

Jarmo Luoma

Tuotannon layoutin optimointi

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Tekniikka

Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma

Auto- ja työkonetekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Jarmo Luoma

Työn nimi: Tuotannon layoutin optimointi

Ohjaaja: Lasse Tarhala

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 66

Liitteiden lukumäärä: 2

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä polttoöljysäiliöitä maatilakäyttöön, polttoöljyn varastointiin ja kuljetukseen valmistavan Farmtools Oy:n tuotannon layoutiin työtilojen käytön tehokkuuden näkökulmasta ja sen pohjalta suunnitella uusia layoutin toteutuksia, jotta työnteosta saataisiin mahdollisimman optimaalista. Layoutin toteutussuunnitelmat tehtiin koneenpiirustusohjelma AutoCAD:lla ja niissä esiintyvät ratkaisut on selitetty tässä työssä. Tämän lisäksi työ sisälsi käytännön järjestely- ja siivoustyötä tuotantotiloissa 5S:n periaattein niiltä osin, kun se oli mahdollista.

Työn tuloksena yritys sai käyttöönsä tuotannon nykytilan layoutmallinnuksen ja kolme muuta mallinnusta, jotka esittävät layoutin mahdollisia tulevaisuuden toteutuksia ja niillä saavutettavia hyötyjä tuotannon näkökulmasta. Tuotannon nykytilalla tarkoitetaan tilannetta ennen tämän opinnäytetyön aloittamista. Näistä layoutsuunnitelmista ensimmäinen versio ollaan yrityksessä ottamassa käyttöön todennäköisesti jo tämän vuoden aikana. Lisäksi osa tuotantotiloista saatiin järjestettyä uudelleen tilan vapauttamiseksi ja järjestyksen järjeistämiseksi. Myös muutama pienempi osakokonaisuus, kuten varaston varaosahylly, saatiin järjestettyä tarkoituksenmukaisemmaksi 5S periaatteita hyödyntäen.

Avainsanat: 5S, kaizen, layout, lean, optimointi, tuotanto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Jarmo Luoma

Title of thesis: Optimization of the production layout

Supervisor: Lasse Tarhala

Year: 2015

Number of pages: 66

Number of appendices: 2

The purpose of this thesis was to become familiar with the Farmtools –company production layout from the efficiency of workspace usage –point of view. This was done in order to be able to design the new layout implementations in order to get the production as optimal as possible. The implementations of the new layout were done using a drawing program called AutoCAD as an aid. In addition, this thesis contains the practical organizing- and cleaning duties using the principals of 5S-tool when it was possible.

As a result, the company received a model of the current layout of the production and three additional models, which present the possible future implementations of the production layout. The productivity benefits of these future implementations are also shown in the models. The first version of these new layouts is most probably going to be introduced already during this year. Additionally some parts of the production facilities and some minor subsystems, such as the storage shelves, were streamlined in order to gain more free space.

Keywords: 5S, kaizen, layout, lean, optimization, production

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta	9
1.2 Työn tavoitteet	9
1.3 Yritysesittely	10
2 LEAN MANAGEMENT	11
2.1 Lean-filosofia.....	11
2.1.1 Leanin periaatteet	12
2.1.2 Lean-toimintamallin työkalut	13
2.1.3 Virtaus.....	14
2.1.4 Hukka.....	15
2.2 Layout	16
2.2.1 Tuotantolinjalayout.....	16
2.2.2 Funktionaalinen layout.....	18
2.2.3 Solulayout	20
2.2.4 Layoutin valitseminen	22
2.2.5 Layoutin suunnittelu.....	23
2.2.6 Layoutsuunnittelun tavoitteet	24
2.3 5S Kaizen	24
2.3.1 Seiri/Sort (lajittele)	25
2.3.2 Seiton/Straighten (yksinkertaista)	27
2.3.3 Seiso/Shine (puhdista).....	28
2.3.4 Seiketsu/Standardise (systematisoi)	29
2.3.5 Shitsuke/Sustain (standardoi)	31
2.3.6 5S:n edut ja kompastuskivet	32

3 YRITYKSEN PÄÄTOIMINNOT – TUOTANTO YRITYKSEN OSANA	33
3.1 Tuotannon ristipaineet	33
3.2 Tuotannon ”primaariset” tavoitteet	33
3.3 Tuotannon välitavoitteet	35
3.4 Tuotannon varastojen luokittelu	38
3.5 Kapasiteetti	40
3.6 Logistiikka	40
4 KOKEELLINEN OSA.....	42
4.1 Tuotannon layoutin nykytilan mallintaminen	42
4.2 Materiaali- ja tuotantovirtojen selvittäminen	44
4.3 Työtilakysely	45
4.4 Tuotannon virtauttaminen	46
4.5 Layoutmuutoksien ja tuotannon tehostamisen suunnittelu ja toteutus	46
4.5.1 Hallin takaosan (länsipuoli) uudelleenjärjestely	47
4.5.2 Varaston ja maalaamon työkaluhyllyn siivous.....	52
4.5.3 Layoutin muutossuunnitelmat vuodelle 2015	57
4.6 Uuden layoutin piirustukset.....	58
4.7 Nykytila-analyysi	59
5 TULOKSET, POHDINTA JA YHTEENVETO.....	62
LÄHTEET	64
LIITTEET	66

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Hallin takaosa ennen uudelleenjärjestelyä, kuva 1.	48
Kuva 2. Hallin takaosa ennen uudelleenjärjestelyä, kuva 2.	48
Kuva 3. Hallin takaosa ennen uudelleenjärjestelyä, kuva 3.	49
Kuva 4. Epäkeskoprässin vapauttama tila.	50
Kuva 5. Vanha särmäyskone siirrettynä epäkeskoprässin paikalle.....	51
Kuva 6. Mankelin väliaikaissijoitus.	51
Kuva 7. Hallin pääty kokonaisuudessaan muutosten jälkeen.	52
Kuva 8. Varastohylly ennen siivousta.	53
Kuva 9. Havainnollistuskuva tuotteiden epäjärjestelmällisyydestä.....	53
Kuva 10. Laatikkojen merkinnät.	54
Kuva 11. Varastohylly siivouksen jälkeen.	54
Kuva 12. Työkaluhyllykkö ennen siivousta kuva 1.	55
Kuva 13. Työkaluhyllykkö ennen siivousta kuva 2.	55
Kuva 14. Työkaluhyllykkö siivouksen jälkeen kuva 1.....	56
Kuva 15. Työkaluhyllykkö siivouksen jälkeen kuva 2.....	56
Kuvio 1. Lean-toimintamallin työkalut.....	14
Kuvio 2. Tuotantolinjalayout periaatekuva.	18
Kuvio 3. Funktionaalisen layoutin periaatekuva.	19
Kuvio 4. Funktionaalisen layoutin toimintamalli.....	20

Kuvio 5. Solulayoutin periaatekuva.....	21
Kuvio 6. Solulayoutin toimintamalli.....	22
Kuvio 7. Tuote-määrä -analyysi.	23
Kuvio 8. 5S vaiheet.....	25
Kuvio 9. Bosch DLE 50 -laseretäisyysmittalaite.....	43
Kuvio 10. Tuotannon layoutin nykytilan mallinnus.....	44
Taulukko 1. Suorituskykymittaristo ennen muutoksia.	61
Taulukko 2. Suorituskykymittaristo muutosten jälkeen (vuoden 2015 lopussa). ...	61

Käytetyt termit ja lyhenteet

5S	Yksi Lean toimintamallin työkaluista, tarkoittaa työskentely-ympäristön siisteyden sekä järjestyksen ylläpitoa.
FMEA	Systemaattisesti etenevä toimintavarmuuden analysointimenetelmä, jota käytetään mahdollisten järjestelmävikojen ennaltaehkäisemisen työkaluna.
Kaizen	Japaninkielinen termi, joka tarkoittaa suomeksi jatkuvaa parantamista.
Layout	Layout tarkoittaa tuotantojärjestelmän fyysisten osien sijoittelua suhteessa käytettävissä olevaan pinta-alaan.
Lean	Kyseessä on japanilaislähtöinen ajattelutapa / asiakas-suuntautunut virtaustehokkuutta korostava toimintastrategia.
Virtaus	Tarkoittaa materiaalien, tuotteiden ja tiedon virtausta prosessissa.
Virtauttaminen	Virtauttaminen on pyrkimystä saada virtaus aikaiseksi.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämä opinnäytetyö tehtiin Farmtools Oy -nimiselle yritykselle.

Aikaisemmat työtehtävät kyseisessä yrityksessä ovat tuoneet esille työtiloihin liittyviä ongelmia muun muassa tilanahtauden muodossa. Investointi suurempaan tuotantohalliin tai nykyisen hallin tilojen tehokkaampi hyödyntäminen olisi tuotannon tehokkuuden kannalta hyvä asia. Tämä mahdollistaisi muun muassa tehokkaamman työskentelyn, sillä nykyisessä tilanteessa tilanpuutteen vuoksi joudutaan siirtämään tavaroita edestakaisin hallissa, kun yritetään saada jokin muu työvaihe tehdyksi ja se hukkaa turhaan resursseja. Yrityksen omistajat ovat asiasta samaa mieltä ja ovat tiedostaneet ongelman. Alustavassa palaverissa esiin nousi yrittäjien taholta jo aikaisemmin harkinnassa ollut vaihtoehto rakentaa puolilämmin lisäsiipi työhalliin.

Tilanahtauteen ei kuitenkaan oltu vielä löydetty ratkaisua, sillä kokonaisuutta ei oltu toistaiseksi suunniteltu tarpeeksi laajasti. Tästä syystä päätimme lähteä lähestymään asiaa tämän opinnäytetyön myötä siten, että ensin kartoitetaan ja suunnitellaan tuotannon järjeistämistä sekä nykyisissä tiloissa että uuden lisäsiiven kanssa. Näin toimien pystytään mahdollinen turha investointi välttämään, mikäli ratkaisut olisivat löydettävissä esimerkiksi todennäköisesti huomattavasti halvempien keinojen avulla.

1.2 Työn tavoitteet

Keskeisimpänä tavoitteena työssä oli luoda edellytykset tuotannon työtehon parantamiselle. Parhaiten tämä parannus onnistuu pienentämällä tuotantoprosessin läpimenoaikaa. Keinoja tämän saavuttamiseksi ovat ensisijaisesti tuotannon virtauttaminen ja sen lisäksi lean-menetelmät, kuten 5S-laatutyökalu. Tämä tarkoitti sitä, että suunnitelmassa otettiin huomioon tilankäytön parempi hyödyntäminen

uudelleensijoittelemalla työkoneita, työpisteitä ja puolivalmisteita työhallissa. Kyseessä on siis layoutin optimointi.

Tämän lisäksi ideana työssä oli kartoittaa tarve työhallin uudelle lisäsiivelle. Tämän jälkeen kyseinen lisäsiipi oli tarkoitus suunnitella ja mallintaa. Todettiin, että olisi hyödyllistä mallintaa muutama vaihtoehtoinen layoutversio. Näin ollen voitiin kattaa samalla kertaa layoutin muutokset sekä ilman lisäsiipeä että sen kanssa.

Toissijaisiksi tavoitteiksi voitiin lukea muun muassa eri "skenaarioiden" vertailu tai pohdinta tietyistä työtavoista, jotka liittyivät tämän lisäsiiven rakentamisen tuomiin uusiin mahdollisuuksiin. Esimerkiksi se, että hallin uusi siipi mahdollistaisi teräslevypinojen kuljettamisen varastohallista suoraan lisäsiiven yhteyteen rakennettavan takaoven kautta tuotantohalliin ja näin saataisiin vähennettyä siirtoajon määrää. Tilanne yrityksessä tämän opinnäytetyön alkaessa oli siis se, että varaosat, teräslevyt ja muut tuotannon raaka-aineet ja puolivalmisteet jouduttiin tuomaan hallin etuovesta sisään, eli halli täytyy kiertää aina ympäri, mistä muodostuu aikain saatossa paljonkin ylimääräistä kuljettamista sekä turhia kustannuksia.

1.3 Yritysesittely

Farmtools on Ylihärmässä sijaitseva teräksisiä säiliöitä polttoöljyn varastointiin ja kuljetukseen valmistava vuonna 1980 perustettu perheyritys. Farmtools on Suomen johtava yritys farmariöljysäiliöiden saralla. Yrityksen palveluihin kuuluu uusien säiliöiden valmistuksen lisäksi myös vanhojen säiliöiden kunnostaminen. Säiliöitä käytetään polttoöljyn varastointiin ja kuljetukseen tieliikenteessä, polttoöljyä puolestaan käytetään pääsääntöisesti maatalouskoneiden polttoaineena sekä työkonien tankkaukseen. Farmtools Oy valmistaa myös muita tuotteita, kuten Aino-kiuastuotteita.

FARMEX-farmarisäiliöitä valmistetaan noin kymmentä eri kokoa ja niitä saa sekä ilman valuma-allasta että sen kanssa. Pohjavesialueilla valuma-allas on pakollinen ympäristönsuojelullisista syistä.

2 LEAN MANAGEMENT

Japanin Lean Managementissa laatuajattelua sovelletaan teollisiin prosesseihin. Heidän ajattelumallinsa on se, että tekemällä asiat ”täydellisesti” he saavuttavat parhaat tulokset. Toimintoja kehitetään jatkuvasti ja pitkällä aikavälillä sen tulisi johtaa täydellisyyteen. (Kouri 2010, 2.)

Yllä mainittua jatkuvaa kehittämistä tai jatkuvaa parantamista kutsutaan Kaizeniksi, joka on siis japanin kielen vastine jatkuvalle parantamiselle. Kaizen on asiakas-suuntautunutta ja se perustuu jatkuviin, pieniin parannuksiin. (Kouri 2010, 23.)

2.1 Lean-filosofia

Lean on ajattelutapa, joka on alun perin lähtöisin Japanin autoteollisuudesta. Lean on aina asiakaslähtöistä ja se tarkoittaa sitä, että toimintojen ja prosessien organisointi asiakastarpeiden mukaan maksimoi asiakkaan saaman arvon suhteessa kustannuksiin. Lean voidaan määritellä myös niin, että se on virtaustehokkuutta korostava toimintastrategia. Resurssitehokkuudella ei ole niin paljon merkitystä. Tärkein virtaustehokkuudellinen seikka on tarpeen tunnistamisesta sen tyydyttämiseen kuluva aika. (Modig & Åhlström 2013, 5.)

Resurssitehokkuus, joka on tehokkuuden perinteisin muoto, tarkoittaa resurssien mahdollisimman hyvää hyödyntämistä. Yli 200 vuoden ajan resurssien hyödyntämistehokkuuden parantaminen on ollut teollisuuden kehityksen pohjana. Resurssitehokkuus mittaa määritetyn resurssin hyödyntämismäärää suhteessa tiettyyn ajanjaksoon. (Modig & Åhlström 2013, 9.)

Leanin avulla saavutetaan kilpailuetua ja kannattavuutta. Lyhyet läpimenoajat johtavat siihen, että tuotanto on nopeaa, toimitusajat lyhenevät, toimitukset ovat luotettavampia, pystytään reagoimaan nopeasti muutoksiin ja kyetään kehittymään nopeammin. Lisäksi, kun tuotannon virheet saadaan minimoitua tai jopa poistettua, kyseessä niin sanotut 0-virheet, saavutetaan tuotteille korkea käytettävyyssaste ja asiakasvalituksien määrä on pienempi. Näin ollen lopputulos on se, että kus-

tannuksia saadaan pienennettyä ja tuloja kasvatettua, eli kannattavuus paranee. (Tuominen 2010, 29.)

”Lean on kokonaisjärjestelmä ja ajattelutapa, jossa kaikki sen osaset tukevat toisi-
aan. Se on kokonaisuus, jossa kaikki palaset toimivat viimeistä piirtoa myöden.”
(Tuominen 2010, 32.)

2.1.1 Leanin periaatteet

Leanin tärkeimmät periaatteet voidaan jakaa viiteen eri vaiheeseen. Nämä vaiheet ovat asiakkaan arvon miettiminen, arvoketjun tunnistaminen, tuotannon virtaus, imuohjauksen toteuttaminen ja täydellisyyteen pyrkiminen. (Vuorinen 2013, 73.)

Asiakkaan arvon miettiminen. Yrityksen tuottamien tuotteiden arvo määräytyy asiakkaan halujen ja vaatimusten mukaan. Asiakas on valmis maksamaan vain sellaisesta, mikä häntä itseään kiinnostaa. Siksi organisaation tulee tietää ja tunnistaa tämä ”asiakasarvo”. (Vuorinen 2013, 73–74.)

Arvoketjun tunnistaminen. Selvitetään yrityksen arvoketju ja sen avulla määritellään, mitkä toiminnot luovat asiakasarvoa. Kaikki ne toiminnot, jotka eivät tätä luo, täytyy poistaa. Selvityksessä tulee ottaa kaikki osatekijät mukaan. (Vuorinen 2013, 73–74.)

Tuotannon virtaus. Tuotannon materiaalivirran tulee olla jatkuva, selkeä ja lyhyt, jotta työskentely olisi mahdollisimman tehokasta. Näin ollen kaikki turhat työvaiheet tai odotusajat tulisi saada kitkettyä pois. Myös informaatiovirran tulee olla sujuvaa. Tätä vaihetta käsitellään tarkemmin myöhemmin. (Vuorinen 2013, 73–74.)

Imuohjauksen toteuttaminen. Kun edellisten vaiheiden tavoitteet on saavutettu, organisaatio voi toteuttaa tuotannon imuohjauksen. Imuohjauksella tarkoitetaan sitä, että valmistetaan tuotteita ja sen osia vasta sitten, kun asiakas niitä tilaa. Toisin sanoen asiakas ohjaa valmistamista. Tällöin tuotteita ei valmisteta varastoon, vaan asiakkaan toiveet ”vetävät” koko tuotantoketjua. (Vuorinen 2013, 73–74.)

Täydellisyyteen pyrkiminen. Kaikessa tekemisessä tulee pyrkiä niin hyvään laatuun kuin vain on mahdollista. Prosesseja tulee kehittää jatkuvasti koko henkilö-

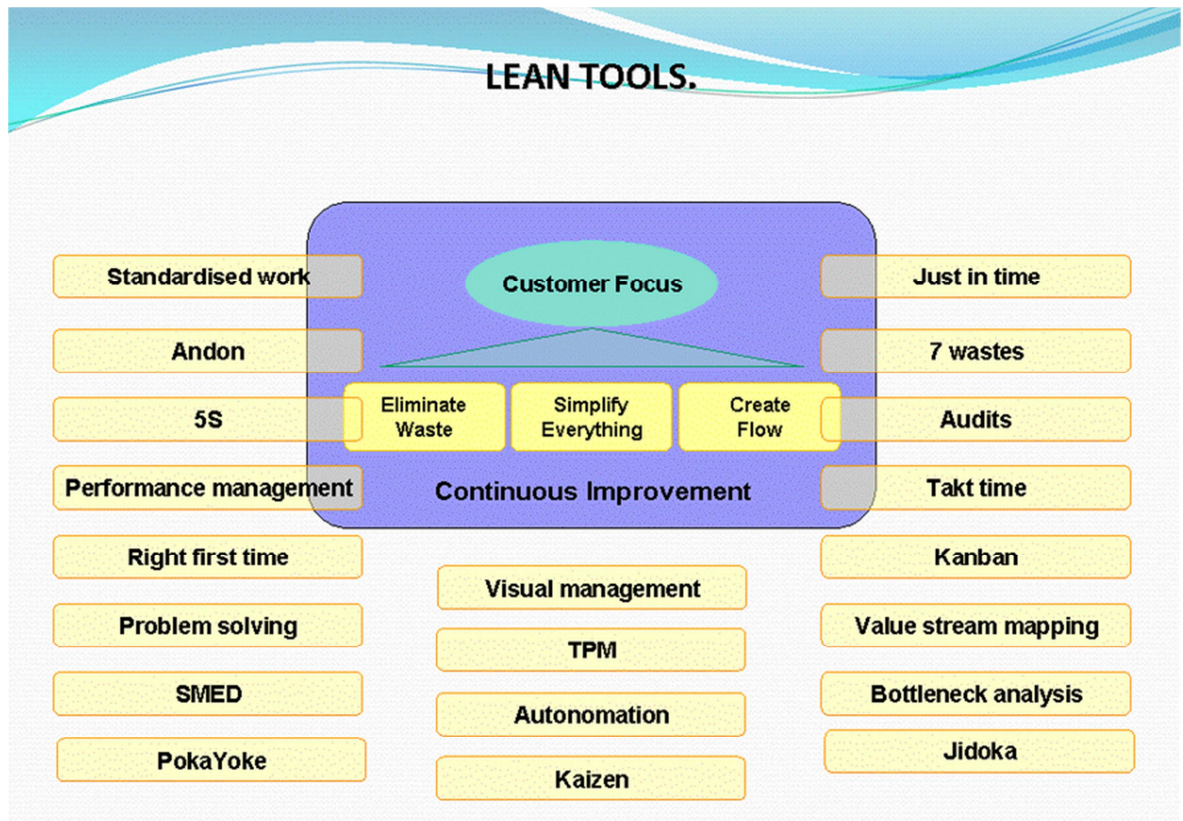
kunnan tehdessä yhteistyötä tavoitteiden saavuttamiseksi. (Vuorinen 2013, 73–74.)

Lean filosofiassa teollisuudessa perinteisesti keskeisessä asemassa ollut tuotantokeskeisyys syrjäytetään asiakaskeskeisyydellä. On turhaa tuottaa suuria määriä tavaraa, jota asiakas ei halua. Keskeistä onkin toiminnan nopeus ja joustavuus. (Vuorinen 2013, 73–74).

Tärkeää on siis tuotteen yksiosainen eli keskeytyksetön virtaus arvonlisäysprosessista toiseen ja asiakasvaatimuksen esiintyessä taaksepäin palaaminen pyydettyjen asioiden korjaamiseksi. (Liker 2011, 7.)

2.1.2 Lean-toimintamallin työkalut

Lean sisältää monia tuotannon prosesseja kehittäviä työkaluja, joiden avulla toimintaa voidaan kehittää ja optimoida (kuvio 1). Näitä työkaluja ovat muun muassa 5S, Kanban, Kaizen, JIT ja niin edelleen. Näistä edellä mainituista työkaluista 5S on otettu myöhemmin tarkemmin käsittelyyn. Selvyiden vuoksi on hyvä kuitenkin kertoa lyhyesti joistain muistakin työkaluista. Kanban on nimitys materiaalivirran hallintakorteille, joilla osoitetaan joko varastolle tai alihankkijalle lisäosien tarve. Kyseessä voi olla myös merkki edelliselle prosessivaiheelle siitä, että uusia osia pitäisi valmistaa. Kanban-korteilla siis aikaansaadaan imu tuotantoon. (Merikallio & Haapasalo 2009, 20.)



Kuvio 1. Lean-toimintamallin työkalut.
(Lean... [viitattu 5.5.2015]).

2.1.3 Virtaus

Virtaus, joka on lean-organisaation tärkein periaate, tarkoittaa prosessissa materiaalien, tuotteiden ja tiedon virtausta. Ideaalitilanteessa tämä virtaus on keskeytyksetöntä ja se ei sisällä väli- tai tuotevarastoja. Asiakas käynnistää virtauksen tilaamalla tuotteen. Tästä alkaa tuotteen valmistusprosessi. Ensin tilaus käsitellään ja hoidetaan eteenpäin. Sitten tehtaalla tilaus valmistetaan tai kootaan vaadituista raaka-aineista/komponenteista. Kun tuotteen toimitus asiakkaalle on suoritettu, virtaus päättyy. Jokainen vaihe virtauksessa tulisi suorittaa viipymättä. Jotta voidaan saavuttaa tällainen virtaus, on otettava käyttöön monia lean-työkaluja ja periaatteita, kuten ennaltaehkäisevä huolto, asetusajkojen pienentäminen sekä laatuohjauksen menetelmät. (Tuominen 2010, 72; Liker 2011, 90.)

Kaikissa tilanteissa ei ole mahdollista hyödyntää täydellistä virtausta. Kun se ei ole mahdollista, käytetään niin sanottuja puskurivarastoja eri työvaiheitten välillä. (Tuominen 2010, 72.)

2.1.4 Hukka

Hukan jatkuva poistaminen on lean-ajattelun ydin. Karkeasti voidaan sanoa, että useimmissa prosesseissa 90 % toiminnoista on hukkaa ja vain 10 % työstä tuottaa lisäarvoa tuotteelle. Hukkaa siis ovat kaikki ne toiminnot, joista aiheutuu lisää kustannuksia mutta tuotteen arvo ei kasva. Näitä hukan muotoja ovat ylituotanto, ylimääräinen tekeminen, turhat liikkeet, virhekustannukset, odottelu, turhat varastot ja inhimillisen potentiaalin tuhlaus. (Tuominen 2010, 86.)

Ylituotanto tarkoittaa sitä, että tuotetaan enemmän tuotteita kuin on tarpeellista tai tuotteet tehdään liian aikaisin. **Ylimääräinen tekeminen** sisältää kaikki sellaiset tuotteelle tehtävät niin sanotut hienosäätötoiminnot, esimerkiksi kiillottaminen, joista asiakas ei ole kiinnostunut eikä tämän vuoksi myöskään valmis maksamaan. Kun työssä tehdään liikkeitä, joista ei aiheudu lisäarvoa tuotteelle, puhutaan **turhista liikkeistä**. **Virhekustannukset** taas muodostuvat virheistä tuotannossa, siitä aiheutuvista virheellisten tuotteiden tarkastuksesta ja korjaamisesta sekä yhteydenpidosta asiakkaisiin eli asiakasvalituksiin vastaamisesta. **Odottelua** aiheutuu, kun esimerkiksi valmistettava tuote ei etene välittömästi seuraavaan työpisteeseen edellisen työvaiheen valmistuttua, jos seuraava työpiste on jo valmiiksi kuormitettuna. (Tuominen 2010, 86.)

Turhat varastot koostuvat liiasta raakamateriaalista, keskeneräisistä tuotteista tai valmiista hyödykkeistä. Ne aiheuttavat läpimenoaikojen pidentymistä, vanhentumista, tuotteiden vaurioitumista ja niin edelleen. **Inhimillisen potentiaalin tuhlaus** on sitä, kun laiminlyömällä työntekijöiden sitouttamista ja kuuntelemista hukataan potentiaaliset ideat, taidot ja oppimismahdollisuudet. (Liker 2011, 28–29.)

Yllä mainituista hukan muodoista ylituotanto aiheuttaa suurimman osan tuhlauksesta. Ylituotannosta muodostuvat suuret puskurit prosessien välille johtavat epäoptimaaliseen toimintaan. (Liker 2011, 29.)

Hukasta tulee siis pyrkiä eroon. Hukan tunnistaminenkaan ei välttämättä ole ihan helppoa, mutta tunnistamalla se työ, joka oikeasti tuottaa arvoa tuotteelle, voidaan hukkakkin eritellä. Kaikki arvoa tuottamaton työ on siis hukkaa. (Tuominen 2010, 87.)

Ylituotannolla ja varastolla on se ominaisuus, että ne kätkevät hukan. Ylituotannon ehkäiseminen ja tuotannon virtauttaminen ovat se perusta, mistä lähdetään liikkeelle, kun poistetaan hukkaa. (Kouri 2010, 21.)

Hukan poistaminen vaatii myös työmetodien kehittämistä, turhien koneiden liikutteleminen ehkäisemistä ja ihmisen, koneen sekä materiaalin välistä toimivuutta. (Tuominen 2010, 87.)

2.2 Layout

Layout tarkoittaa tuotantojärjestelmän fyysisten osien sijoittelua suhteessa käytössä olevaan tehtaaseen lattiapinta-alaan. Layoutsuunnittelu sisältää tehtaaseen koneiden ja laitteiden sekä materiaalivirtojen suunnittelua. Lisäksi muun muassa varastopaikat ja kulkureitit kuuluvat yleensä layoutiin. Tuotantoprosessin tavoitteilla on suuri merkitys layoutsuunnittelun kannalta, sillä tuotannossa käytössä olevat koneet, valmistusmenetelmät ja työskentelytavat valitaan tavoitteiden pohjalta. Tuotannon työkonien sijoittelun ja työnkulun pohjalta layoutit jakautuvat kolmeen päätyyppiin, jotka ovat tuotantolinjalayout, funktionaalinen layout ja solulayout. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

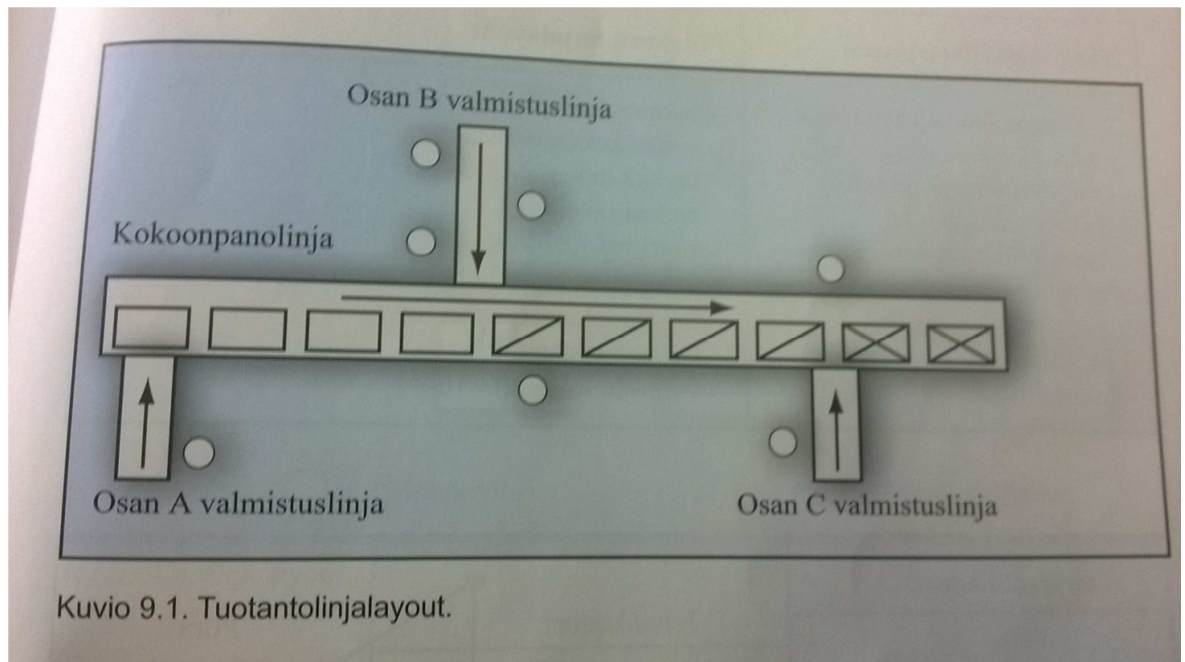
2.2.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayoutissa työkonien ja laitteiden järjestys määräytyy valmistettavan tuotteen työnkulun mukaan. Tuotantolinjassa on vain jokin yksi tietty tuote, jota se on erikoistunut valmistamaan. Mahdollisuus tuotteiden variaatioon on melko minimaalinen. Tuotteen valmistus on yleensä pitkälti automatisoitua ja näin ollen tehokasta. Työnkulku on hyvin selkeä (kuvio 2). Tuotantolinja rakennetaan useimmiten silloin, kun on tarve valmistaa suuri määrä jotain tiettyä tuotetta ja sen

menekki on muutenkin kova, toisin sanoen materiaalivirtojen läpikulku on suurta. Kun valmistusmäärät kasvavat suuriksi, tuotteen yksikköhinta laskee. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

Tuotantolinjan heikkous on häiriöherkkyys. Nimittäin pienikin häiriö linjastossa saattaa vaikuttaa merkittävästi tuotannon tuottavuuteen. Linja saatetaan joutua pysäyttämään kokonaan häiriön poistamisen ajaksi. Näin ollen häiriöistä muodostuu nopeasti suuret kustannukset. Myös virheellisten tuotteiden volyymi on tuotantolinjassa suhteessa suurempi tuotantovolyyymiin nähden. Tämä johtuu linjan suuresta tuottavuudesta. Nämä asiat tarkoittavat sitä, että laadunvalvonnan rooli korostuu entisestään, sillä mahdolliset tuotantohäiriöt pitää pyrkiä ehkäisemään ja virheellisiin tuotteisiin tulee kyetä reagoimaan nopeasti, jotta virheiden pääsy valmiisiin tuotteisiin kyettäisiin estämään. Kun linja on rakennettu, kapasiteetin kasvattaminen jälkikäteen on haasteellista. Linjatyöntekijän tehokkuus saattaa rajoitua niin sanottuihin vapaisiin työntekijöihin verrattuna, sillä linja sitoo työntekijän vaiheajojen takia työpisteelleen ja lisäksi työ on helposti lihaksille puuduttavaa, kun mainitunlaisessa työssä käytetään paljon samoja lihasryhmiä. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

Pitkien asetusajojen vuoksi tuotantosarjat pidetään useimmiten pitkinä. Tällä keinolla vähennetään tuotannon pysähdyksiä, jotka ovat siis verrattain pitkiä. Tuotannonohjaus tuotantolinjassa on kuitenkin helppoa selkeän työnkulun vuoksi. Näin ollen linjan ohjaus onnistuu yhtenä kokonaisuutena. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475–476.)



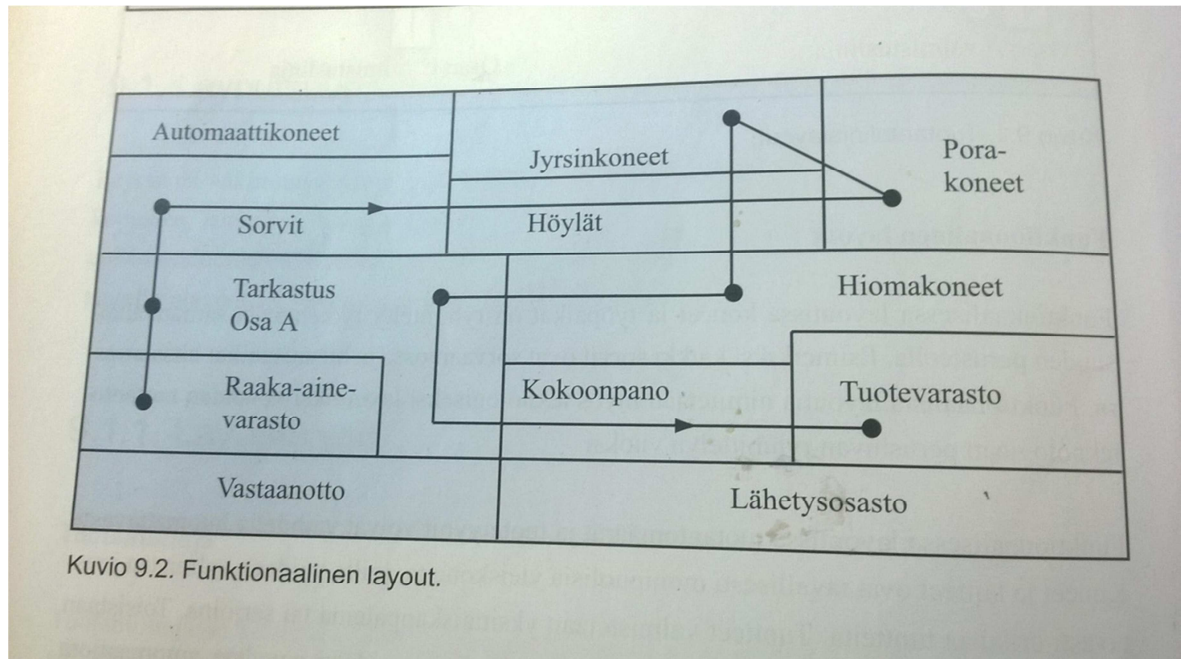
Kuvio 2. Tuotantolinjalayout periaatekuva.
(Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 476.)

2.2.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisen layoutin idea on se, että tuotannon koneet ja työpisteet on sijoitettu paikoilleen perustuen työtehtävien samankaltaisuuteen. Käytännössä tämä siis tarkoittaa sitä, että esimerkiksi kaikki hitsaamiseen liittyvä löytyy hitsaamosta. Funktionaalinen layout koostuu siis eri osastoista ja hitsaamo voi esimerkiksi olla yksi osastoista. Funktionaalinen layout on saanut myös nimityksen teknologinen layout johtuen tuotantoteknologiaan pohjautuvasta jaottelustaan (kuvio 3, 4). (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 476.)

Funktionaalisessa layoutissa käytettävä laitteisto on yleensä melko monipuolinen ja koneet ovat varsin yleisiä, minkä vuoksi on mahdollista valmistaa joustavasti erilaisia tuotteita tarpeiden mukaan. Tässä layoutmallissa tuotantomäärät ja -tyypit saattavat vaihdella melko paljonkin. Tuotteita voidaan valmistaa yksittäisinä kapaleina tai pidempinä sarjoina. Tästä ja poikkeavista työnkuluista johtuen automaation hyödyntämismahdollisuudet ovat hyvin rajalliset. Tuotannonohjaus, joka perustuu eri koneille jonottavien töiden järjestelemiseen, on haastavaa, sillä töiden ohjaus työvaiheesta toiseen ei ole helppoa. Erävalmistusperiaatteen vuoksi pul-

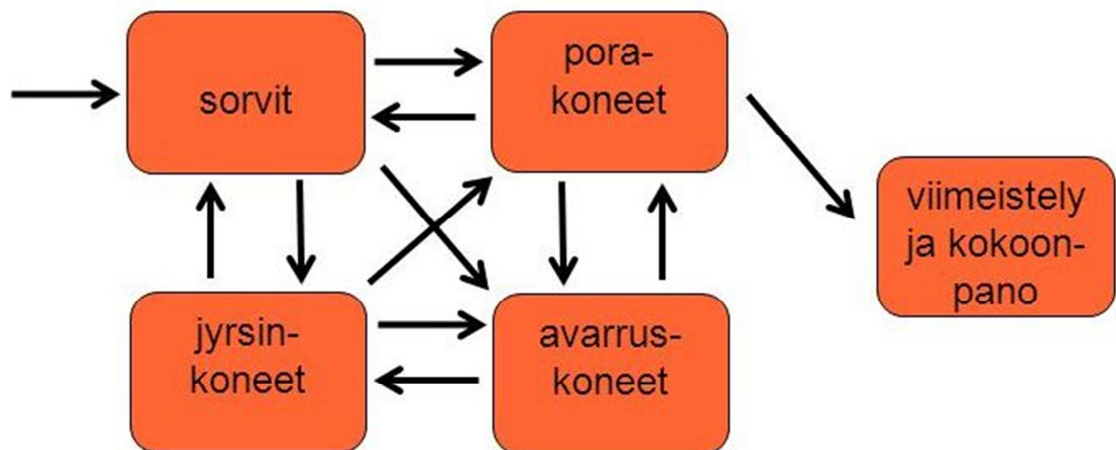
lonkaulojen muodostuminen työkoneille välivarastoina on varsin yleistä. Tämä tarkoittaa keskeneräisen tuotannon määrän kasvua ja tuotannon läpäisyajan pidentymistä. Työpisteet ovat lisäksi usein kaukana toisistaan, mikä nostaa materiaalien kuljetus- ja käsittelykustannuksia. Nämä asiat vaikeuttavat lisäksi laadunhallintaa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 476–477.)



Kuvio 9.2. Funktionaalinen layout.

Kuvio 3. Funktionaalisen layoutin periaatekuva.
(Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 477.)

Funktionaalinen layout on sekä helppo että halpa toteuttaa, kun verrataan sitä tuotantolinjaan. Kapasiteetin kasvattaminen on erilaisten tuotteiden valmistamisen tavoin huomattavasti joustavampaa. Tuottavuus on puolestaan heikompaa kuin tuotantolinjassa ja lisäksi kuormitusasteissa ei päästä kovin korkeisiin lukemiin. Funktionaalisessa layoutissa yksikkökustannukset ovat lisäksi huomattavan suuret, kun taas tuotantolinjassa ne ovat pienet. Funktionaalinen layout on hyvä ratkaisu sellaisissa yrityksissä, joissa tuotteiden eräkoot ovat pieniä ja tuotevariaatio on suurta. Yleensä näissä tapauksissa puhutaan konepajoista. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 476–477.)

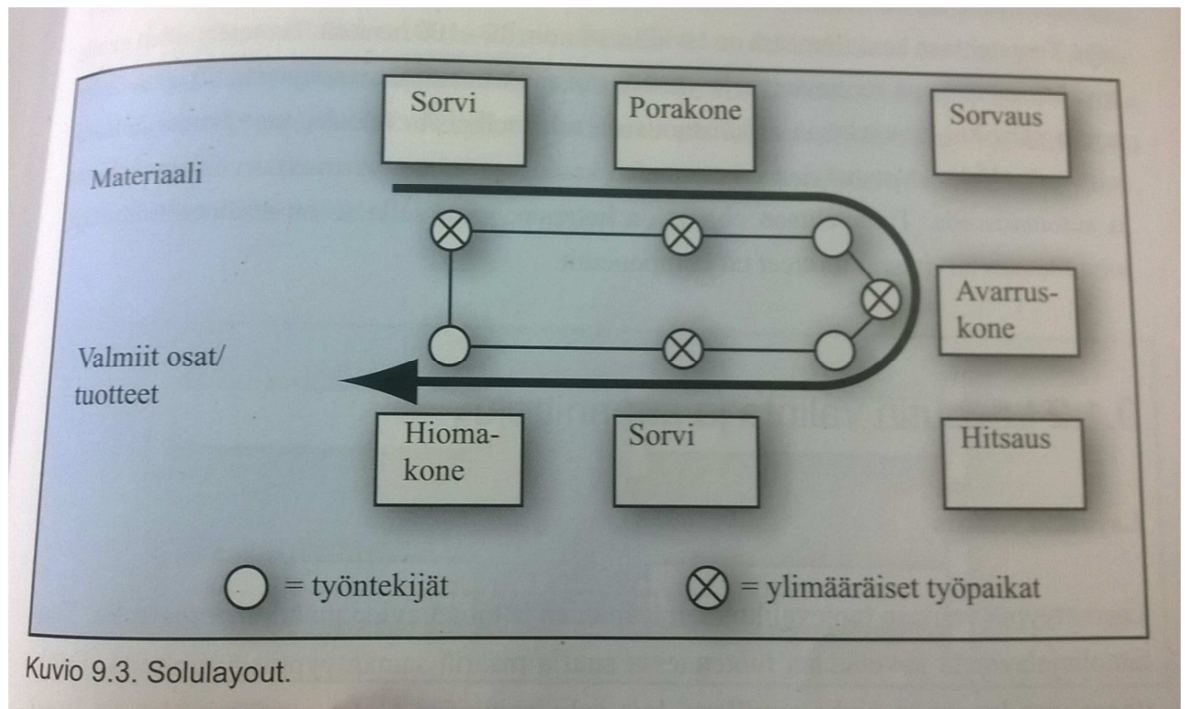


Kuvio 4. Funktionaalisen layoutin toimintamalli.
(Funktionaalinen tuotantotapa. [Viitattu 8.5.2015]).

2.2.3 Solulayout

Solulayout, joka on funktionaalisen layoutin ja tuotantolinjalayoutin eräänlainen välimuoto, muodostaa eri koneista ja työpaikoista kootun itsenäisen ryhmän. Se on erikoistunut valmistamaan joitakin tiettyjä osia ja suorittamaan ennaltamääritettyjä työvaiheita. Solulayoutin käyttäminen mahdollistaa sen, että tuotteita voidaan valmistaa varsin joustavasti johtuen siitä, että linjassa on useita yleiskoneita, kuten esimerkiksi sorvi ja hiomakone (kuvio 5, 6). (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 477.)

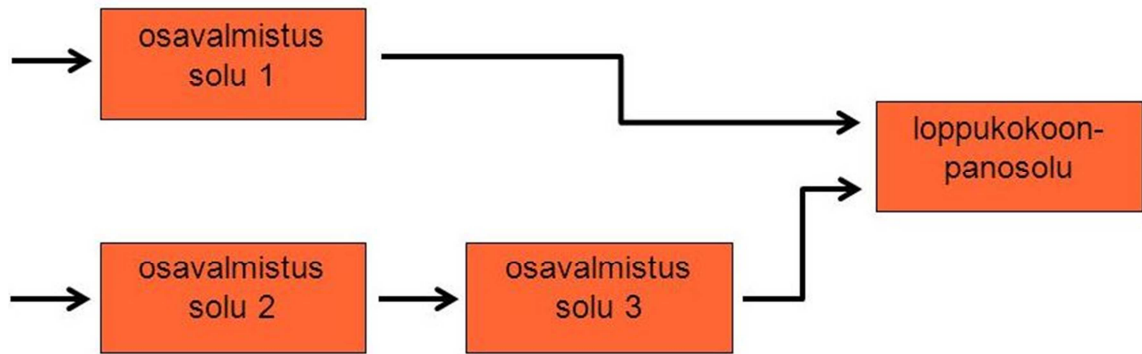
Läpäisyajat soluissa ovat paljon lyhyemmät kuin funktionaalisessa layoutissa. Kun valmistetaan jotain tiettyä tuotetta tai tuoteryhmää, solulayout on joustavampi verrattuna tuotantolinjalayoutiin ja puolestaan tuotantotehokkaampi kuin funktionaalinen layout. Soluissa tuote tehdään kerralla alusta loppuun saakka, mikä tarkoittaa sitä, että turhia välivarastoja ei muodostu. Yleiskoneiden ja joustavuuden ansiosta asetusajat ovat lyhyet, mikä mahdollistaa tuote-erien koon ja määrän suurenkin vaihtelun aiheuttamatta rajoitteita tuotannolle. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 477–478.)



Kuvio 5. Solulayoutin periaatekuva.

(Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 478.)

Tuotannonohjaus solussa on varsin yksinkertaista, sillä sitä ohjataan käytännössä katsoen yhtenä kokonaisuutena, aivan niin kuin tuotantolinjalayoutissakin. Koska solussa valmistusvaiheet suoritetaan peräkkäin, sen laadunvalvonta ja virheiden löytäminen on näin ollen vaivattomampaa tuotantolinjaan verrattuna. Solulayoutin etuna pidetään sitä, että se vaikuttaa työntekijöiden motivaatioon ja tuottavuuteen positiivisesti. Näin siksi, että työtä tekevä ryhmä saa suunnitella ja suorittaa tehtävänsä ja tätä kautta vaikuttaa itse työnjakoön ja tuotantojärjestykseen. Varastoton valmistus on mahdollista solussa, koska asetusajat ovat lyhyet ja näin ollen nopea reagointikyky korkea. Lisäksi solulayout ei sido paljoa työntekijöitä, sillä yksi työntekijä kykenee suorittamaan useampia työvaiheita. Näin ollen työntekijöitä voi solulayoutissa olla määrällisesti vähemmän kuin työkoneita. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 478–479.)



Kuvio 6. Solulayoutin toimintamalli.
(Virtautettu, solupohjainen tuotantotapa. [Viitattu 8.5.2015]).

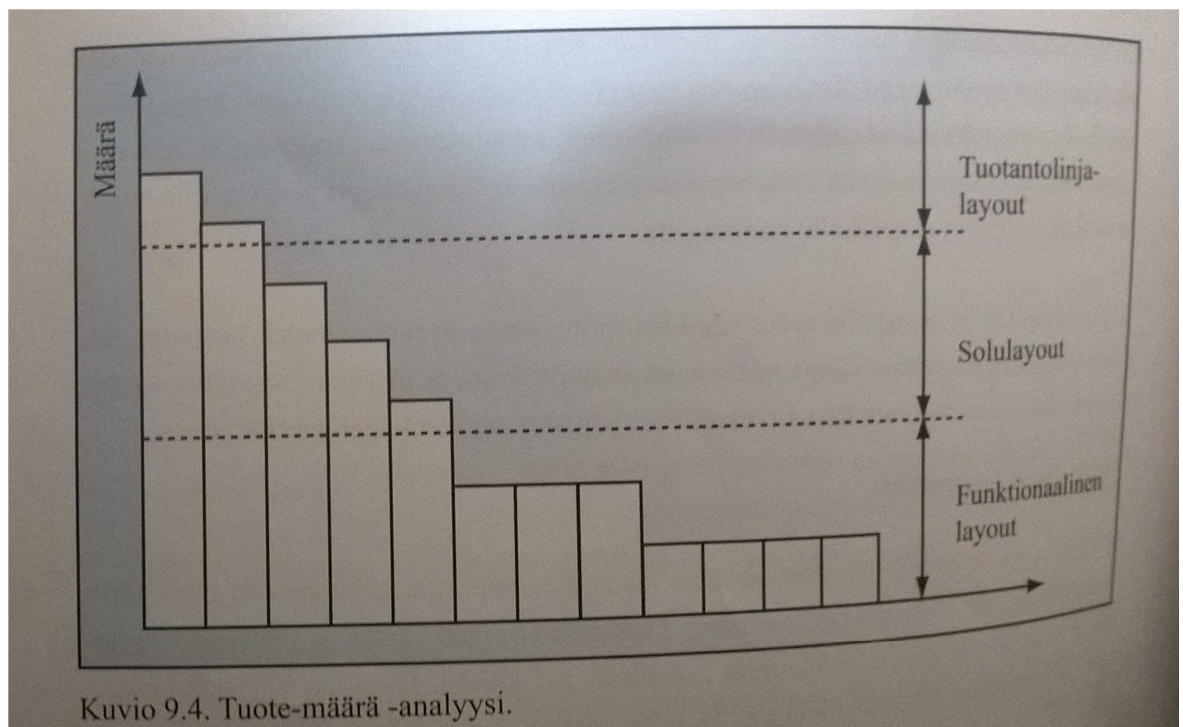
2.2.4 Layoutin valitseminen

Layouttyypin valinta tehdään yleensä yrityksen tuotantostrategian eli tuotevalikoiden laajuuden ja tuotantomäärien perusteella. Toimiva layout voi sisältää useampia layoutin tyyppejä, sillä yksi layout ei välttämättä toimi joka paikassa ja kuitenkin pitäisi pystyä luomaan kokonaisvaltaisesti toimiva tuotantoratkaisu. Näin ollen voidaan olettaa, että lopullinen layout on useamman layoutin kompromissi johtuen tavoitteiden laajasta kirjosta. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 479–480.)

Mikäli valmistettavien tuotetyyppien kirjo on laaja, mutta tuotantomäärät ovat pieniä, funktionaalinen layout on optimaalisin valinta. Tuotantolinjalayout puolestaan valitaan yleensä, jos tuotetaan paljon samaa tai samanlaista tuotetta. Solulayoutin käyttö puolestaan tulee kysymykseen, mikäli tuotteita valmistetaan toistuvasti, mutta kuitenkin vain siinä määrin, että tuotantolinjan rakentaminen ei ole kannattava vaihtoehto. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 479.)

Hyvänä aputyökaluna layoutin valinnassa toimii tuote-määrä-analyysistä tehty graafinen kuvaaja. Kuvio 7 ilmaisee selkeästi, mikä layouttyyppi suosii suurien tuotemäärien valmistusta ja mikä puolestaan suurta tuotevariaatiota. Kyseisessä kuviossa on kuvattu yrityksen valmistamaa tuotteiden määrää pystysuuntaisella ak-

selillä ja tuotteiden eri versioiden määrää vaakasuuntaisella akselilla. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 479.)



Kuvio 7. Tuote-määrä -analyysi.
(Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 479.)

2.2.5 Layoutin suunnittelu

Layoutsuunnittelulla on kaksi erilaajuista merkitystä. Nämä ovat suppea merkitys, joka on perusidealtaan pelkkää sijoittelua ja laaja merkitys, johon lukeutuu koko sen järjestelmän suunnittelu, joka on sijoittelun perustana. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309.)

Layoutin suunnitteluun vaikuttavat monet eri tekijät. Näiden tekijöiden vuoksi layoutsuunnittelu onkin niin monimutkainen prosessi, että siihen on käytännössä mahdoton löytää optimiratkaisua. Layoutin suunnittelun keskeisimpiä huomioon otettavia tekijöitä ovat seuraavat viisi asiaa: tuotteiden rakennetietojen selvittäminen, työnvaiheistuksen kartoittaminen, valmistettavan tuotteen tuotantotavoitemäärän selvittäminen, tuotannon aikajänteen analysointi (tarkoittaa aikaa, jonka layout säilyy suunnitelman mukaisena) ja tukitoimintojen tarkastelu, johon kuuluvat muun muassa sosiaalityilat ja jätteiden käsittely. Hyötyarvomatriisi on eräs työkalu,

jota voidaan käyttää apuna layoutvaihtoehtojen arvioinnissa. Matriisiin määritellään jokaiselle arvioitavalle tekijälle painoarvo, jonka jälkeen ratkaisuvaihtoehdot pisteytetään ja ne kerrotaan määritellyllä painoarvolla. Lopuksi vaihtoehtojen painoarvotetut pisteet lasketaan yhteen ja lopputulokseksi saatujen summien pohjalta voidaan määritellä paras layoutin vaihtoehto. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 480–481.)

2.2.6 Layoutsuunnittelun tavoitteet

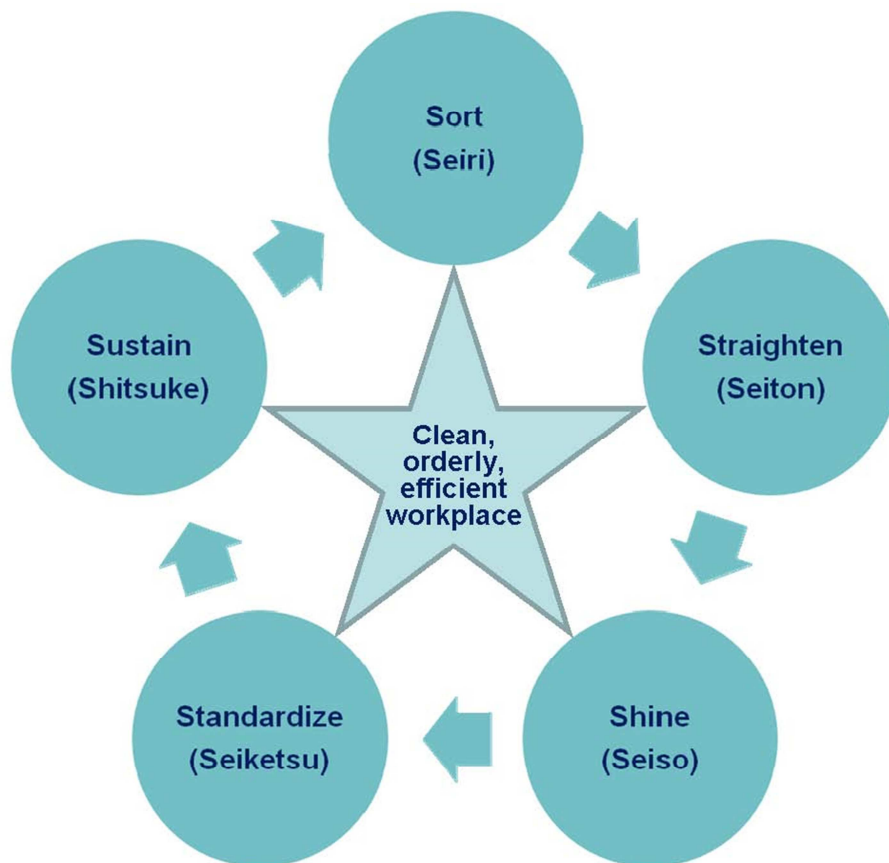
Layoutsuunnittelulla pyritään luomaan edellytykset sille, että materiaalivirtojen suunnittelu on tehokasta. Selkeät materiaalivirrat ovat hyödyllisiä tuotannonohjaamisen ja toiminnan kehittämisen näkökulmasta. Työpisteiden sijoittelu tulisi tapahtua siten, että työssä käytettävien materiaalien siirtomatkat olisivat niin pienet kuin vain mahdollista. Layoutin tulisi olla lisäksi muun muassa mahdollisimman hyvin muutoksiin soveltuva ja tilankäytöltään mahdollisimman tehokkaasti hyödynnetty. Työturvallisuuteen ja työtyytyväisyyteen liittyvät seikat tulee myös huomioida. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 482.)

2.3 5S Kaizen

Jatkuvan parantamisen (japaniksi Kaizen) toteuttaminen vaatii useita työkaluja ja toimintoja. Lean-toimintamallin yksi keskeisimmistä tavoitteista on siis hukan poistaminen. 5S, joka siis tarkoittaa työskentely-ympäristön siisteyden sekä järjestyksen ylläpitoa, on yksi tärkeä työkalu hukan poistamiseen. 5S yhdessä mudan eli hukan poistamisen ja niillä saavutetun toimintatavan standardoinnin kanssa muodostavat toisiaan täydentävän kokonaisuuden. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 4–5.)

5S sisältää joukon toimintoja, joiden avulla voidaan vähentää työnteossa muodostuvaa hukkaa. Lisäksi 5S-työkalun avulla pyritään luomaan siisti sekä turvallinen työympäristö. Nämä yhdessä johtavat läpimenoaikojen lyhenemiseen. Nimi ”5S” koostuu viiden japaninkielisen sanan alkukirjaimista (kuvio 8). (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 4; 7.)

5S Kaizen on menetelmä, jossa eri vaiheet ovat riippuvaisia toisistaan ja sen vuoksi tämän menetelmän oikeaoppisen ja onnistuneen toteuttamisen saavuttamiseksi nämä vaiheet on suoritettava oikeassa järjestyksessä. Esimerkiksi jos siirryttäisiin suoraan vaiheeseen kaksi ja unohdettaisiin ensimmäisen vaiheen erottelu, ajauduttaisiin tilanteeseen, jossa järjesteltäisiin työkaluja, joille ei oikeasti ole mitään käyttöä. (Scotchmer 2008, 33.)



Kuvio 8. 5S vaiheet.
(5S työkalu. [Viitattu 27.4.2015]).

2.3.1 Seiri/Sort (lajittele)

Tämän ensimmäisen vaiheen keskeisin idea on se, että välttämätön tavara erotellaan turhasta ja turha eli arvoa tuottamaton tavara laitetaan pois. Erottelun avulla kyetään siistimään työpisteet ylimääräisistä tai väärässä paikassa olevista tavaroista. Työpisteille tapaa kertyä kaikenlaista roinaa aina jigeistä ja muoteista esimerkiksi sanomalehtiin. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 8.)

Mikäli henkilöstölle vanhojen tavaroiden poisheittäminen on haasteellista, 5S Kaizen voi ottaa käyttöön ”yksi on paras” -säännön. Se tarkoittaa yksinkertaisuudessaan työpisteiden järjestämistä niin, että jokaisella työpisteellä olisi vain yksi kapale jokaista esinettä eli työkalua tai komponenttia. (Scotchmer 2008, 74.)

Punaisten lappujen kampanja on eräs varsin pätevä erottelu-vaihetta varten kehitelty työkalu. Sen ideana on poistaa työpisteestä kaikki sellainen, mitä ei yleensä, esimerkiksi 30 päivän aikana, tarvita. Tavarat, joita ei tarvita, merkitään punaisella lapulla ja nämä tavarat voidaan varastoida muualle tai hävittää. Punaiseen lappuun merkitään muun muassa mikä on esineen osasto, eli mistä se on peräisin, ja mihin se tulisi seuraavaksi lähettää. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 8–9.)

Turhan tavarain poistaminen saattaa sinällään kuulostaa helpolta asialta, mutta todellisuudessa usein törmätään siihen ongelmaan, ettei kyetä määrittelemään, mikä on välttämätöntä ja mikä ei. Lisäksi rikki menneitä laitteita tai työkaluja saat-
taa jäädä lojumaan paikkoihin, joista niitä ei huomaa. (Scotchmer 2008, 60.)

Hukka, joka on hyvin keskeisessä osassa tätä 5S:n vaihetta, on Japanissa jaoteltu kolmeen kategoriaan. Ne ovat mura, muri ja muda. *Mura* tarkoittaa hukkaa, joka aiheutuu epäsäännöllisestä työnkulusta. Useimmiten tämä epäsäännöllisyys johtuu siitä, että prosessin läpivienti vaatii enemmän aikaa kuin mitä oli alun perin ajateltu ja suunniteltu. *Muri* käsittää hukan, joka on kytköksissä erittäin rasittavaan tai raskaaseen työhön. Tämä pätee sekä työntekijöihin että työkoneisiin. Mikäli työntekijä joutuu jatkuvasti tekemään todella raskasta työtä, voi aiheutua pidemmällä aikavälillä ongelmia, jotka johtavat muun muassa sairauspoissaoloihin. Työkoneiden todella kuluttavat työvaiheet voivat aiheuttaa liiallista rasitusta, jolloin kone saattaa hajota ja se puolestaan johtaa työnseisauksiin. *Muda* puolestaan on hukan niin sanottu peruspilari ja tärkein näistä hukan muodoista. Itse asiassa muda on japaninkielinen vastine sanalle hukka. Japanilainen liikemies Taiichi Ohno kehitti listan, joka sisälsi seitsemän hukan tyyppiä, joita jokaisen 5S Kaizeniin pyrkivän tulisi välttää. Nämä hukkatyypit ovat ylituotanto, ylimääräinen liike, korjaukset/virheelliset tuotteet, yliprosessointi, liiallinen tuotteiden kuljetus, liiallinen varastointi ja odotusajat. (Scotchmer 2008, 61–71.)

2.3.2 Seiton/Straighten (yksinkertaista)

Siinä missä erotteluvaiheessa keskitytään lähinnä ylivarastoinnin hukan ehkäisemiseen, yksinkertaistusvaihe on enemmänkin keskittynyt vähentämään hukkaa, jota muodostuu Ohnon kuudesta muusta hukan lajista. (Scotchmer 2008, 81-82.)

Ensimmäisen vaiheen suorittamisen tulos pitäisi näkyä selvästi kasvaneena vapaan tilan määränä. Yksinkertaistamisvaiheessa keskitytään järjestämään työpisteiden tavaroita ja työkaluja, joita sinne on jäänyt erottelun jälkeen siten, että työnkulkua saadaan parannettua. Esineet siis järjestetään järkeviin ja helposti löydetäviin paikkoihin. Tämä lisää työn tehokkuutta, kun aikaa ei kulu työkalujen etsimiseen. Tämä siis tarkoittaa sitä, että jokaiselle tavaralle täytyy tehdä merkitty paikka, josta se löytyy aina tarvittaessa. Lisäksi lavojen sijoittelua, käytävien merkitsemistä ja keskeneräisen tuotannon laatikoiden paikoittamista varten tuotantotilaan tehdään lattiamaalaukset, eli viivat, jotka erottelevat eri alueet toisistaan. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 10; Scotchmer 2008, 81.)

Esineiden järjestelyssä voidaan käyttää apuna esimerkiksi eräänlaista varjotaulua. Työkalut kiinnitetään tauluun esimerkiksi koukkujen avulla ja jokaisen työkalun taakse on tehty varjokuva kyseisestä työkalusta. Mikäli työkalun varjokuva on näkyvissä, tiedetään, että kyseessä oleva työkalu on käytössä. Työkalut tulisi lisäksi järjestää koon mukaan. Näillä keinoilla voidaan minimoida työkalun etsimiseen kuluva aika, joka ei saisi nousta yli 30 sekuntiin. Muutoin etsimiseen kuluu liikaa aikaa. Tätä kutsutaan 30 sekunnin säännöksi. (Scotchmer 2008, 84.)

Tällaisten visuaalisten apujen on tarkoitus kommunikoida, eli kertoa halutut asiat kuten vaikkapa kävelyreittien sijainnit, ja helpottaa virheiden tunnistamista. Tunnistamalla ongelmia ja tarttumalla niihin voidaan yrityksen toimintaa kehittää merkittävästi. Visuaalisten apujen siivittämänä ongelmien tunnistaminen on helpompaa ja se taas tarkoittaa, että parannuksia voidaan tehdä. Tämän käytännön kanssa liitoksissa on poke-yoke -niminen käytäntö. Poke-yoke tarkoittaa virheisiin varautumista ja sen avulla voidaan saavuttaa ”nolla-viat” eli ehkäistä kokonaan vialliset tuotteet. Eräs usein käytetty poke-yoke-järjestelmä on se, kun laitteeseen suunnitellaan mekanismi, jonka avulla se pysähtyy välittömästi, jos virhe havaitaan. Näin ollen vialliset tuotteet eivät pääse etenemään tuotantoketjussa pidemmälle, jolloin

ne voisivat aiheuttaa myöhemmin isojaakin kustannuksia. Tätä järjestelmää kutsutaan Japanissa jidokaksi. (Scotchmer 2008, 84–85.)

Lisäksi tämän vaiheen avulla voidaan kehittää työnkulua työpisteiden välillä. Tällä tarkoitetaan sitä, että työpisteet sijoitellaan siten, että valmistuksessa tuotteen kiertokulku on järkevä. Eli käytännössä tarkoitus on se, että tuotteen raakamateriaali tulee toisesta päästä tuotantohallia sisään, etenee hallissa järjestelmällisesti työvaiheittain kohti toista päästä ja tulee toisesta päästä lopulta ulos valmiina tuotteena. Tämä tuotannon virtauttaminen on myös hyvin tärkeää. Varsin helposti nimitäin käy niin, että työpisteet vain sijoitellaan paikkoihin, missä on tilaa, eikä mietitä kokonaiskuvaa sen kummemmin. Tällöin muodostuu väkisinikin ylimääräistä liikettä eli toisin sanoen hukkaa. (Scotchmer 2008, 87–89.)

Tällä menetelmällä on mahdollista suorittaa jatkuvaa ylläpitoa, mikäli jokainen tavara on sijoitettu asiamukaisesti omalle merkitylle paikalleen ja ne on nimetty. Tavaroille tulee lisäksi määritellä varaston enimmäiskoko. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 10–11.)

2.3.3 Seiso/Shine (puhdistusta)

Tässä vaiheessa kysymys on kaikessa yksinkertaisuudessaan työvälineiden, työpisteiden ja työympäristön huoltamisesta ja puhdistamisesta. Tämä puhdistaminen sisältää myös sellaisten kohteiden siivoamisen, joita kukaan ei normaalisti näe. Kun siisteydestä huolehditaan, on helpompaa huomata työskentelyssä mahdollisesti tapahtuvat toimintahäiriöt tai epäsäännöllisyydet ja lisäksi tehokkuutta saadaan parannettua. Siistin työympäristön vaikutukset ovat selkeitä, sillä kun laitteet ovat hyvässä ja siistissä kunnossa, työntekijöiden keskuudessa ei tapahdu niin helposti lipsumista, mikäli jokin uusi vika ilmenee. Nämä viat, olivat ne miten pieniä tahansa, korjataan ja täten hyvä työilmapiiri ja tuottavuus säilyvät. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 12.)

Työpaikan puhtaanapidolla on suuri merkitys henkiselläkin puolella. Mikäli työpisteellä ei koskaan siivota ja järjestellä asioita, sotku muodostuu vääjäämättä jossain vaiheessa ongelmaksi. Kun paikat ovat aina sotkussa, se saattaa aiheuttaa muun

muassa turhautumista ja pahaa mieltä työporukan keskuudessa. Turvallisuuskin saattaa olla uhattuna, esimerkiksi jos työkoneen turvamekanismi on hajonnut eikä asialle tehdä mitään. (Scotchmer 2008, 97.)

Huolehtimalla ympäristön siisteydestä työtapaturmien riski pienenee selkeästi, kun esimerkiksi hallin lattialla ei ole tarpeetonta kompastumisia aiheuttavaa tavaraa tai jotain nestettä, johon voisi liukastua. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 12.)

Työkalujen huoltaminen on tärkeä osa tätä vaihetta. Viallisten tai pahasti kuluneiden työkalujen käyttö voi aiheuttaa hukkaa esimerkiksi pilalle menneinä tuotteina tai liiallisena ajankäyttönä. Huolehtimalla laitteiden ja työkalujen kunnosta kyetään estämään tällaisen hukan muodostuminen. Yhtenä tärkeänä osana puhdistamisessa on myös se, että puhtautta ja toimivuutta tarkkaillaan. Tarkkailun avulla pidetään huolta siitä, että kaikki toimii optimaalisesti. Tätä toimintatapaa kutsutaan TPM:ksi. Tarkkailua suorittaa laitteen käyttäjä ja se tehdään määräajoin niin tiheään tahtiin kuin on tarpeellista, esimerkiksi viiden minuutin ajan joka tunti. (Scotchmer 2008, 96–99.)

Hyvä yleinen toimintatapa on se, että työpäivän lopusta jonkin verran aikaa varataan työpisteiden siivoamiselle ja järjestämiselle. Vaikka tämä vaatisi esimerkiksi työajan viimeisen 15 minuutin uhraamisen, on se sen arvoista, sillä se tulee maksamaan itsensä takaisin muun muassa työtehokkuuden kautta. (Scotchmer 2008, 100–101.)

2.3.4 Seiketsu/Standardise (systematisoi)

Systematisoinnin avulla ylläpidetään niitä saavutettuja hyötyjä, joita edellä mainitut kolme vaihetta saivat aikaan. Jotta se on mahdollista, työpaikalle tulee luoda tietyt rutiinit ja menettelyt. Jokaisen työntekijän tulee myös huolehtia omalta osaltaan työturvallisuudesta sekä henkilökohtaisesta siisteydestään työpaikalla. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 13.)

Systematisointi, yhdessä standardoinnin kanssa, aloittaa prosessin, jossa 5S Kaizen pyritään liittämään osaksi yrityksen kulttuuria. Toisin kuin aiemmissa vaiheissa, joiden johdossa työntekijät itse ovat, systematisoinnin johtaminen tapahtuu

hallinnossa sen erilaisesta luonteesta johtuen. Työntekijät ovat toki tässäkin mukana. (Scotchmer 2008, 106.)

Perimmäinen syy sille, miksi systematisointi suoritetaan, on se, että ihmiselle luonnollinen toimintatapa on tehdä asiat vanhalla totutulla tavalla. Eli mikäli tämä 5S operaatio lopetettaisiin kolmen vaiheen jälkeen, olisi hyvin todennäköistä, että pikkuhiljaa toimintatavat palautuisivat takaisin siihen, mitä ne olivat ennen operaation aloittamista. (Scotchmer 2008, 110.)

Systematisoinnin hyödyistä Masaaki Imai, japanilaisen Kaizen-instituutin perustaja, on tehnyt yhdeksän kohdan listauksen. Nämä hyödyt ovat seuraavat:

Systematisointi

- esittelee parhaan, helpoimman ja turvallisimman tavan tehdä työtä
- tarjoaa parhaan tavan säilyttää tietotaito ja asiantuntemus
- tarjoaa tavan suorituskyvyn mittaamiseen
- toimii apuvälineenä syyn ja seurauksen välisen yhteyden löytämiseen
- tarjoaa perustan huollolle ja kehittämiselle
- tarjoaa tavoitteita
- antaa hyvän pohjan koulutukselle
- luo perustan auditoinnille tai diagnosoinnille
- tarjoaa keinoja virheiden uusiutumisen estämiseen ja vaihtelun minimointiin. (Scotchmer 2008, 112.)

Järjestelmän kehittämiseen on useita keinoja. Yksi näistä on valokuvien käyttö. Idea on siis se, että kun ensimmäiset kolme vaihetta 5S:stä on suoritettu, työpisteistä otetaan valokuvat ja nämä kuvat asetetaan näkyvälle paikalle kyseessä olevan työpisteen läheisyyteen. Näin ollen työnteon ohessa valokuva muistuttaa työntekijöitä systematisoinnista ja siitä järjestyksestä, joka työpisteellä tulee säilyttää. (Scotchmer 2008, 119.)

5S-ohjelman suorittaminen kertaalleen ja sen jatkuva ylläpitäminen ovat kaksi täysin eri asiaa. Ylläpidon saavuttamiseksi vaaditaan nimittäin selkeitä vuositavoitteita 5S:n suhteen ja 5S-auditointeja tulee tehdä tietyin määräajoin. Normaalisti tämä tapahtuu muutaman kerran vuodessa. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 13.)

2.3.5 Shitsuke/Sustain (standardoi)

5S:n viimeisessä vaiheessa edelliset vaiheet standardoidaan pysyväksi toimintatavaksi, joita tulee noudattaa jatkuvasti. Tätä vaihetta kutsutaan myös ylläpitämiseksi, joka kuvaa hyvin vaiheen tarkoitusta. Ideana on, että kuka tahansa voi ylläpitää työpaikan järjestelmää, arvioida sen tilaa ja määrittää mahdollisen standardipoikkeaman. Näin luodaan perusta sille, että tehdyt muutokset pysyvät yllä. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 14.)

Tällä vaiheella ei ole niin sanottua päätepistettä lainkaan ja sitä pidetäänkin usein 5S:n haastavimpana osana (Scotchmer 2008, 31).

Tämä vaihe luo perustan yrityksen jatkuvalle parantamiselle. Se on lisäksi erittäin tärkeä vaihe, sillä mikäli standardointia ei tehdä kunnolla, käy helposti niin, että koko 5S menee täysin hukkaan, vaikka aiemmat vaiheet olisi tehty miten hyvin tahansa. Seuraukset saattavat olla hyvinkin vakavat, jos asiat menevät pieleen tässä vaiheessa. Työntekijöiden kiinnostus saattaa loppua täysin ja asiat muuttua huonommiksi, mitä ne olivat ennen 5S:n aloittamista. (Scotchmer 2008, 122.)

Ensimmäinen asia, mitä tässä vaiheessa tulisi tehdä, on nimittää yritykseen tiedotaja, jonka tehtävänä olisi viestiä 5S:n avulla saavutetuista hyödyistä. Tällä tavoin voitaisiin vakuuttaa epäluuloiset ja muutenkin muistuttaa 5S Kaizenin olemassaolosta ja lopulta saada siitä normi eli yleinen toimintatapa työpaikalle. On myös huomattu, että aamuisin ennen työnteon aloittamista pidettävät valmistavat keskustelut (prep talk) motivoivat henkilöstöä ja näin ollen ylläpitävät muutosta. Useimmiten keskusteluissa keskitytään työtehtävien jakoon ja tuotantovaatimuksiin tavoitteiden saavuttamiseksi. Lisäksi ideoiden ja ajatusten esille tuominen on todella hyvä keino nostattaa työntekijöiden yhteishenkeä ja se tapahtuu lähettämällä sähköpostiviestiä johtajalle, tai jos ei ole mahdollisuutta käyttää tietokonetta, ihan tavallisella paperilla. Oletusarvo on tietenkin se, että nämä ehdotukset ja ajatukset ovat asiallisia ja että niitä myös kuunnellaan. Ehdotuksien tulisi käsitellä työnteolle merkityksellisiä asioita, kuten sitä, miten työnkulkua prosessien välillä voitaisiin kehittää. (Scotchmer 2008, 124–128.)

On olemassa muitakin hyviä keinoja, joilla kiinnostus toiminnan kehittämisen säilyttämiseen kyetään ylläpitämään. Eräs tällainen on palkintojenjakotilaisuuden järjestäminen. Tarkoitus kyseisellä tilaisuudella on se, että tuodaan esille ja palkitaan ne yrityksen henkilöt, jotka ovat nähneet paljon vaivaa edistääkseen kehittymistä. Mikäli mahdollista, kyseiseen tilaisuuteen pyritään kutsumaan koko yrityksen henkilöstö ja se olisi hyvä pitää jossain muualla kuin yrityksen toimitiloissa, jotta tilaisuus olisi ainutkertaisempi. Toinen keino on tavanomaisempi. Tässä ideana on yksinkertaisuudessaan se, että yrityksen johtajan tai johtajien tulisi mahdollisuuksien mukaan ottaa kontaktia alaisiinsa, eli jutella heidän kanssaan ja kuunnella, mitä heillä on sanottavanaan. Tällä tavalla johto ja työntekijät voivat tutustua paremmin toisiinsa ja työilmapiiri kohenee. (Scotchmer 2008, 131–133.)

2.3.6 5S:n edut ja kompastuskivet

Suurimpia saavutettavia hyötyjä 5S-toimintamallin avulla ovat keskeneräisen työn väheneminen, läpimenoaikojen lyheneminen ja toiminnan laadun sekä tuottavuuden parantuminen. Lisäksi voidaan todeta, että työpoissaolojen määrää saadaan pienennettyä, kuten myös tapaturmariskiä. Työpaikalla on aiempaa viihtyisämpää ja yrityksen imagokin paranee. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 22.)

On kuitenkin aina tapauksia, joissa syystä tai toisesta uutta toimintamallia ei saada otettua käyttöön siten kuin alun perin on suunniteltu. Voi olla, että henkilöstö on jyrkkä asenteeltaan eikä halua muuttaa ”hyväksi todettuja” käytäntöjään ja pitää 5S:ää turhana ajanhukkana, koska sen perusideaa ei ole ymmärretty. Lisäksi on helppoa olla ”kapeakatseinen” eikä huomata laajempaa skenaariota. Asioiden muuttamiselle tulee lisäksi antaa aikaa, sillä tällaiset asiat eivät tapahdu käden käänteessä. Tätä aikaa ei myöskään välttämättä osata antaa. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 23.)

3 YRITYKSEN PÄÄTOIMINNOT – TUOTANTO YRITYKSEN OSANA

Valmistavilla yrityksillä on neljä päätoimintoa, joiden ympärille sen toiminta muodostuu. Nämä päätoiminnot ovat tuotekehitys, tuotanto, markkinointi ja jälkimarkkinointi. Kaikkien näiden toimintojen tulee toimia tasavertaisesti korkealla tasolla, jotta pystytään ylläpitämään yrityksen kilpailukyky. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 37–38.)

3.1 Tuotannon ristipaineet

Tuotannolla on jatkuvia ristipaineita, joiden välissä yrityksen tuotantojärjestelmän tulisi selviytyä. Tuotantojärjestelmältä edellytetään ensinnäkin hyvää palvelutasoa ja -kykyä. Tämä tarkoittaa sitä, että toimituskyky täytyy olla taattu, toimitusajan tulee olla niin lyhyt kuin mahdollista ja erityisesti varmuus toimitusajan suhteen on tärkeää. Kaiken tämän ohessa yrityksellä pitäisi olla valmius asiakkaiden yksilöllisten toiveiden toteuttamiselle. Toiseksi pitäisi pystyä säilyttämään tuotteiden laatu korkeatasoisena. Näiden saavuttaminen on haasteellista, sillä yrityksen täytyy myös pyrkiä kustannustehokkuuteen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 37–38.)

3.2 Tuotannon ”primaariset” tavoitteet

Tuotanto toimii yrityksen palvelutoimintona ja sen kehitystavoitteita ovat palvelukykyä lisäävät nopeus ja joustavuus. Tuotannon primaariset tavoitteet ovat asioita, jotka asiakas näkee ja jotka häntä kiinnostavat. Tämän vuoksi ne ovat tärkeimpiä tavoitteita, joissa yrityksen täytyy pyrkiä parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 37–38.)

Toimitusaika. Toimitusaika riippuu pitkälti ajasta, joka kuluu tuotteen valmistamiseen vaadittavien raaka-aineiden ja materiaalien hankkimiseen, tuotteen valmis-

tamisen läpäisyajasta sekä tuotannon kuormitusilanteesta, eli miten paljon keskeneräisiä töitä kyseisellä hetkellä on. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 38.)

Näistä asioista tuotteen valmistusläpäisy aika on ehkä se merkittävin tekijä, sillä on erittäin tärkeää saada tuotteiden toimitusajan toteutumisvarmuus kohdilleen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 38.)

Joustavuus. Yrityksen on kyettävä joustamaan omassa tuotannossaan. On tärkeää, että pystytään sopeuttamaan tuotanto asiakkaiden halun mukaan. Tuotteet tulisi pystyä valmistamaan siten, että tuotanto käynnistyisi vasta asiakkaan tilauksesta eikä tuotteita valmistettaisi ainakaan suuria määriä varastoon. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 38.)

Laatutaso. Siitä täytyy lähteä liikkeelle, että tuotannon pitää olla kannattavaa. Koska työ on kallista, valmistettujen tuotteiden on oltava laadukkaita. Hyvään laatuun puolestaan kuuluu tuotteen peruslaatu, toteutuslaatu ja esteettisyys. Peruslaatu tarkoittaa sitä, että tuote valmistetaan oikeiden mittojen mukaan, oikeista materiaaleista ja se on suunniteltu siten, että tuote kykenee palvelemaan sille suunniteltua tarkoitusta luotettavasti ja hyvin. Toteutuslaadulla taas tarkoitetaan sitä, että valmiista tuotteesta tulee sellainen kuin siitä pitikin tulla ja että sarjassa tuotetut tuotteet ovat samanlaisia. Esteettisyydestä puhuttaessa tarkoitetaan tuotteen ulkonäöllisiä seikkoja, kuten sen muotoilua, esimerkiksi pyöristyksiä tai muita koristeluita ja viimeistelyä, esimerkiksi lakkausta. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 39–40.)

Automaation ja ihmisen osuus valmistusprosessissa on kaksitahoista. On olemassa automatisoituja järjestelmiä ja laitteita, jotka on suunniteltu tuottamaan laadukkaita tuotteita ja jos näin on, kaikki tuotteet ovat hyviä. Mutta on olemassa myös automatisoituja menetelmiä, joissa on pyritty saamaan jokin työvaihe läpi vain mahdollisimman nopeasti välittämättä sen aiheuttamasta mahdollisesta tuotteen laadun heikkenemisestä. Ihmisen tilanne on se, että pitkään samaa toistotyötä

tekevä henkilö jossakin vaiheessa lähes varmasti väsyty työhönsä ja tällöin tarkkuus heikkenee ja näin ollen mahdollisuus isoillekin poikkeamille aukenee. Kuitenkin ihminen on monimutkaisissa prosesseissa säätäjänä ja ohjaajana tärkeä osa hyvän tuloksen saavuttamista. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 39–40.)

Imago. Yrityksen antama ensivaikutelma asiakas- tai muita vastaavia suhteita luottaessa on ensiarvoisen tärkeä. Kuten tiedetään, ensivaikutelma muodostuu hyvin nopeasti ja siitä ei yhtäkkiä niin vain pääsekään eroon. Tämän vuoksi yrityksen on pidettävä huolta, että muun muassa sen toiminta on laadukasta, tehtaassa on siistiä ja paikat järjestyksessä sekä sopimuksista pidetään kiinni. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 40.)

Ympäristöystävällisyys. Nykyään ympäristöasiat ovat esillä jatkuvasti, joten teollisessa toiminnassakin asia tulee ottaa huomioon. Ympäristötekijöistä lähinnä työmatka- ja tavaraliikenne ovat niitä merkittävimpiä, jotka vaativat järjestelyjä. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 40.)

Valmistuksessa maalaamisesta, pintakäsittelystä ja muista vastaavista työvaiheista muodostuvat päästöt eivät oikein hoidettuna aiheuta ympäristöhaittoja tehtaan lähistölläkään. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 40–41.)

3.3 Tuotannon välitavoitteet

Jokainen yritys, joka haluaa menestyä, pyrkii kehittämään palvelukykyänsä maksimiin, mutta samalla huolehtii, että sen oma toiminta on mahdollisimman taloudellista. Tästä yhtälöstä muodostuu useita tuotannolle tärkeitä asioita, jotka ovat siis tuotannon välitavoitteita. Ne ovat välitavoitteita siksi, että asiakas ei ole näistä tavoitteista kiinnostunut, koska ne eivät näy hänelle. Asiakasta kiinnostaa vain edellä mainitut primaariset asiat, kuten esimerkiksi toimitusaika. Siitäkin huolimatta, että nämä välitavoitteet eivät ole asiakkaan mielenkiinnon kohteita, ne ovat yrityksen toiminnalle erityisen tärkeitä. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 41.)

Läpäisyaika. Läpäisy- tai läpimenoaika tarkoittaa sitä kokonaisaikaa, jonka toimitus vaatii. Tavallisesti kyseessä on kokonaisläpäisyaika tai valmistuksen läpäisyaika. Kokonaisläpäisyajan tapauksessa puhutaan ajasta, joka kuluu tilauksen saamisesta toimitukseen. Valmistuksen läpäisyaika puolestaan kuvaa tuotteen valmistuksen aloittamisesta sen valmistumiseen kuluvaan aikaan. Läpäisyaika koostuu pääosin odotusajasta, sillä työvaiheista muodostuu vain murto-osa kokonaisaikaan nähden. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 401.)

Tässä yhteydessä, kun puhutaan tuotannon välitavoitteista, kyse on oman valmistuksen läpäisyajasta. Lyhyt oman valmistuksen läpäisyaika on tietenkin hyvä asia, sillä se edistää toimituksien ohjattavuutta ja joustavuutta. Lyhyt läpäisyaika on hyvä mittari hyvin toimivalle järjestelmälle. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 41.)

Kerralla valmiiksi -ajattelutapa on osavalmistukseen tähtäävä tekniikka, jossa ideana on saada aina yksi osa valmistumaan yhdessä työvaiheessa. Tämä tarkoittaisi puolestaan sitä, että läpimenoaikoja saataisiin lyhennettyä, sillä kun kerralla tehdään osa valmiiksi ja nimenomaan virheettömästi, sitä ei tarvitse ottaa uudelleen työn alle montaa kertaa. Näin koko tuotannon ohjattavuutta kyetään parantamaan selkeästi. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 41.)

Asetusajat. Asetusaika eli työvaiheen valmisteluun kuluva aika olisi pyrittävä saamaan niin lyhyeksi kuin mahdollista ja mikäli mahdollista, jopa täysin nollaan. Kun asetajat saadaan minimoitua, kyetään valmistamaan myös pienempiä eriä tuotteita. Tällöin myös tuotantoa voidaan ohjata tilauspohjaisesti. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 42.)

Sisäinen asiakkuus. Japanista lähtöisin oleva ajatusmalli, jonka mukaan jokaista valmistuksen työvaihetta tulee pitää asiakkaanaan, sillä asiakas on se todellinen palkanmaksaja ja asiakas haluaa laadukasta vastinetta rahoilleen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 42.)

Varastoton valmistus (imuohjaus). Perusideana on se, että tuotteita ja osia valmistetaan vain välittömään tarpeeseen. Imuohjauksen käytännön toteutus tapahtuu nopeakiertoisten välivarastojen avulla. Tämä valmistustyyli soveltuu osille ja materiaaleille, joiden menekki on suurin piirtein tasaista. Imuohjauksen edellytyksenä on lyhyt läpimenoaika ja virheetön laatu. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 422–423.)

Automaatio. Tuotannon automaatiolla on monia vaikutuksia yrityksen toiminnan ja tuotannon organisoinnin suhteen. Automaatio on jatkuvasti kasvava osa yritysten toimintaa, kun muun muassa tietokoneohjatut järjestelmät tekevät koko ajan enemmän tuloaan työpaikoille. Automaatio yleisenä käsitteenä tarkoittaa laitteita ja koneita, jotka pystyvät hoitamaan niille määriteltäviä tuotanto- tai palvelutehtäviä ilman ihmisen jatkuvaa ohjaamista ja valvomista. Automaatiota käytetään useimmiten toistotehtävissä, jolloin niiden ohjelmointi on suoraviivaisempaa. Nykyään muun muassa kulutushyödykkeiden valmistus tapahtuu joko kokonaan tai osittain automatisoidusti. Suuret poikkeamat ja pieni toistuvuus ovat suurimpia haasteita automaation käytössä. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 493–494.)

Automaation käyttö tulee olla tarkkaan harkittua ja hyvin suunniteltua, sillä sen tuottavuus ja laatu riippuu hyvin paljon siitä, millaiseen kohteeseen automaatiota sovelletaan. Läheskään kaikkia tuotteita ei nimittäin pystytä järkevästi valmistamaan automaation avulla. Yleensä näin on siksi, että kyseisien tuotteiden valmistusprosessia ei ole suunniteltu tätä teknologiaa silmällä pitäen. Mikäli automaatiota halutaan hyödyntää, tuotteiden rakennesuunnittelu tulee toteuttaa automaation ehdoilla, esimerkiksi hitsausrobottien suhteen kappaleiden hitsaussaumojen sijainti ja yhteenliittämisyjärjestys täytyy suunnitella uudelleen. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 494.)

Automaatioon tarvittava tekniikka on myös varsin kallista. Tämä nostaa yrityksen kiinteitä kustannuksia ja lisää sen taloudellisia riskejä. Sen vuoksi onkin etukäteen kartoitettava sen hyödyllisyys. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yrityksellä täytyy olla tuotteita, joita tuotetaan suuria määriä lyhyin aikavälein. Lisäksi auto-

maatio luo omat haasteensa henkilöstön suhteen. Automaattiset järjestelmät voivat olla hyvinkin monimutkaisia, mikä vaatii vastaavasti kattavan henkilöstön perehdyttämisen, sillä muutoin tuotannon laatu ja tuottavuus kärsivät merkittävästi. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 494.)

3.4 Tuotannon varastojen luokittelu

Varastot, joista on jo useaan kertaan mainittu tämän työn yhteydessä, ovat välttämättömiä jokaiselle yritykselle. Varastoilla on tärkeä rooli tuotteiden toimituskyvyn turvaamisessa. Varastot ovat kuitenkin myös merkittävä kustannustekijä, sillä ne sitovat pääomaa. Näin ollen varastoinnista aiheutuu aina riskejä. Varastossa olevat tuotteet voivat vanhentua teknisesti, eli markkinoille tulee esimerkiksi uudemmaa teknologiaa ja vanhempaa teknologiaa sisältävät tuotteet jäävät hyödyttömiksi, tai taloudellisesti, eli tuotteen ikääntyessä sen arvo putoaa vääjäämättä. Täytyy toki huomioida, että tuotteen ikääntyessä sen laatuakin voi heikentyä. Varasto-ohjausta ja kehittämistä silmällä pitäen on järkevää analysoida varastot niiden syntymekanismin pohjalta. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 445–446.)

Puskurivarastot. Kyseiset varastot ovat tarpeellisia toimituskyvyn turvaamisen näkökulmasta. Useimmiten asiakkaat haluavat saada tilaamansa tuotteen mahdollisimman nopeasti, mutta koska yrityksen tuotantoprosessin läpäisy aika on yleensä tätä vaatimusta pidempi, on turvauduttava puskurivarastojen käyttöön. Materiaalipuskuri voi sijaita tuote-, puolivalmiste- tai materiaalivarastossa. Puskurivarastojen mitoitusta tapahtuu sen perusteella, millaiseksi yritys on määritellyt haluamansa palvelutason. Puskurivarastoja voidaan saada supistettua, kun tiedetään tuotteen menekki ja suunnitellaan huolellisesti tuotannolliset asiat valmistusmäärien ja menekin suhteen. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 446.)

Kausivaihtelujen hallintavarastot. Joillakin toimialoilla tuotteen menekki vaihtelee melko radikaalisti vuodenajan mukaan. Tällöin kausivaihtelun vaikutuksia pyritään tasoittamaan varastoinnilla. Tämä kuitenkin vaatii sitä, että tuotteen varas-

tointikustannukset ovat riittävän alhaiset. Kyseistä toimintamallia käytetään useimmiten, jos kapasiteettijoustoja on kallista toteuttaa. Näin ollen keskimääräinen tuotemenekki voi toimia perustana kapasiteetin mitoittamiselle. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 446.)

Välivarastot ovat tarpeellisia, koska eri työvaiheiden suorittamisessa menee eriäviä määrä aikea. Välivarastoilla siis ikään kuin kytketään työvaiheet toisiinsa varastoimalla tuotteita vaiheiden välillä. Välivarastojen koko kasvaa yleisesti sitä suuremmaksi, mitä enemmän eri valmistusvaiheita tuotannossa on. Tämän lisäksi myös työvaiheiden välimatka ja tuotetyyppien määrä vaikuttaa välivarastoihin. Lähtökohtaisesti välivarastot ovat haitallisia, sillä ne kasvattavat tuotteen valmistamiseen kuluva aikea, sitovat pääomaa ja lisäävät tuotteisiin muodostuvien laatuvirheiden riskiä. Tämä tarkoittaaakin sitä, että kaikki turhat välivarastot tulisi pystyä kitkemään pois. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 446–447.)

Taloudellisen eräkoon varastot. Mikäli valmistusprosessi sisältää pitkiä asetusaikeja tai suuria asetuskustannuksia, valmistuseräkoot kasvavat useimmiten suureksi, jotta työvaiheen valmistelussa aiheutunut tappio saataisiin minimoitua. Tämä puolestaan johtaa suuriin välivarastoihin. Eräkoon kasvattaminen jossakin yksittäisessä työvaiheessa aiheuttaa helposti sen, että eräkoot koko tuotantoprosessissa kasvavat ja näin ollen tästä aiheutuu muun muassa keskeneräisen tuotannon määrän kasvua. Taloudellisen eräkoon tavoittelusta syntyvät varastot täytyisi siis kyetä välttämään, ja se on mahdollista muun muassa lyhentämällä asetusaikeja ja sen johdannaisena pienentämällä tuotannon eräkoikeja. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 447.)

Kuljetus- ja siirtovarastot. Tuotteiden kuljettaminen ja siirtely vaatii varastointitoimenpiteitä esimerkiksi pakkaamisessa, lastauksessa ja kuljetuksessa. Nämä johtavat turhaan varastointiin ja siitä aiheutuu pidentynyt läpäsiaika. Mikäli tuotteiden kuljetukset esimerkiksi alihankkijalle kesken valmistuksen on mahdollista

välttää, tulisi näin myös tehdä. Näin kyettäisiin säästämään merkittävästi aikaa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen 2009, 447.)

Virhevarastot. Ylimääräisiä tuotteita tehdään varastoon sen varalle, että jos valmistuksessa syntyy laatuvirheitä, tämä voidaan peittää turvautumalla kyseisiin varastoihin. Näin välttyään suuremmilta tuotantohäiriöiltä, mutta samalla se estää toiminnan kehittämisen. Ongelmat ”lakaistaan” piiloon, jolloin ne jäävät huomiotta. Näin ei pidä toimia, vaan näistä niin sanotuista virhevarastoista täytyy päästä eroon ja sen sijaan korjata valmistuksessa esiintyvät ongelmat. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen 2009, 447.)

3.5 Kapasiteetti

Kapasiteetti on yksi yrityksen tuotantokykyä kuvaava mittari. Se ilmoittaa tuotantoyksikön maksimaalisen suorituskyvyn määrittelyssä aikayksikössä. Kapasiteetin ilmoittaminen riippuu siitä, minkälaisesta teollisuudesta puhutaan. Paperitehtaissa kapasiteettiyksikkönä toimii tonnia/tunti tai tonnia/päivä, kun taas betonielementiteollisuudessa kapasiteetti on mahdollista ilmoittaa neliömetreinä/päivä. Kuormituksella tarkoitetaan suunnitellun tuotannon kapasiteetin varaamista. Kuormitusuhteen avulla voidaan tarkastella määritellyn ajanjakson suhteellista kuormitusta verrattuna käytettävissä olevaan maksimaaliseen kapasiteettiin. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen 2009, 399–400.)

3.6 Logistiikka

Yleisesti logistiikka voidaan käsittää yrityksen kaikkien materiaali- ja pääomavirtojen ja niihin liittyvien tietojen hallinnaksi. Pääasiassa logistiikka tarkastelee yrityksen ulkopuolisia materiaalivirtoja ja toimintoja, jotka niihin liittyvät. Kuitenkin myös sisäisten materiaalivirtojen ja toimitusten hallinta kuuluu logistiikan piiriin, kun puhutaan valmistavista yrityksistä. Tuotteen arvoketjun kokonaisvaltainen ohjaus ja hallinta valmistuksen alkuketkestä loppuasiakkaalle toimittamiseen saakka on lo-

gistiikan päätavoite. Hallitsemalla arvoketjua logistiikka pyrkii saamaan tuotteen oikeaan paikkaan oikeaan aikaan minimaalisilla kustannuksilla. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen 2009, 461–462.)

4 KOKEELLINEN OSA

Tässä luvussa käsitellään työn kokeellinen osuus eli muun muassa kaikki asiat tuotantotilojen pohjapiirustuksen mallintamisesta ja tilojen uudelleenjärjestelystä aina uuden layoutin suunnitelmiin.

4.1 Tuotannon layoutin nykytilan mallintaminen

Yksi päätavoitteista oli tehdä layout- eli pohjapiirustus yrityksen tuotantotiloista. Tämän edellytyksenä oli tehdä hallista mittaukset, jotka suoritettiin käyttämällä lasertoimista Bosch DLE 50 –etäisyysmittalaitetta (kuvio 9). Mittauksen suorittaminen laitteella oli melko mutkatonta, koska siinä oli useita mittaustoimintoja, joista yksi oli mittaaminen laitteen takareunasta. Tämä osoittautui hyväksi tavaksi mitata, sillä laite tuli vain asettaa seinää vasten ja tähdätä lasersäde vastakkaiseen seinään tai muuhun kohteeseen riippuen siitä, mitä haluttiin mitata. Kone antaa tulokset millimetrin tarkkuudella.



Kuvio 9. Bosch DLE 50 -laseretäisyysmittalaite.
(Bosch DLE 50. [Viitattu 25.3.2015]).

Mittaustulosten pohjalta aloitettiin tuotantohallin pohjapiirustusten laadinta. Piirtämiseen käytettiin Autodeskin valmistamaa ohjelmaa AutoCAD, jolla oli tarkoitus luoda 2-ulotteinen layoutmalli, joka kuvaisi mahdollisimman tarkasti yrityksen tuotantotilojen ”nykytilaa” eli tilaa, jossa se oli ennen tämän opinnäytetyön tekemistä.

Layoutpiirrokseen kuvattiin kaikki oleelliset asiat, kuten esimerkiksi hallin päämitat, työkoneet, työpisteet sekä oviaukot. Lisäksi piirrokseen mallinnettiin virtausta osoittavia nuolia hallissa tehtävien töiden etenemisen eli prosessien virtausten selvittämiseksi. Tämän avulla oli myös mahdollista tehdä jatkosuunnittelua eli pyrkiä mallintamisen ja pohdinnan kautta edistämään prosessin virtausta. Tehty mallinnus näkyy alla olevassa kuvassa (kuvio 10) sekä liitteessä 2.

suuri. Ero on ainoastaan siinä, että kunnostettavien säiliöiden läpimenoaika on selkeästi lyhyempi kuin uusien säiliöiden. Tämä johtuu siitä, että kunnostettavien säiliöiden kohdalla säiliölle suoritetaan korjaustöitä, kun taas uudet säiliöt valmistetaan suorasta teräslevystä ja ne vaativat useita eri työvaiheita. Molemmat säiliötyypit, niin kunnostettavat kuin maalattavatkin säiliöt, pintakäsitellään samoilla menetelmillä. Lisäksi kunnostettavia säiliöitä voidaan siirtää hiekkapuhalluksen jälkeen väliaikaisesti varastoon takahalliin, esimerkiksi jos kunnostettavia on useita eivätkä kaikki mahdu samanaikaisesti sisään halliin.

Uudet säiliöt sen sijaan ovat koko valmistusprosessin ajan tuotantohallissa, aina säiliön vaippapellin mankeloinnista valmiin tuotteen maalaamiseen saakka. Näin ollen uudet säiliöt sitovat enemmän työvoimaa ja työskentelytilaa kuin kunnostettavat säiliöt.

Näiden lisäksi tuotantohallissa valmistetaan valuma-altaita. Niiden osuus säiliövalmistukseen ja kunnostukseen verrattuna on pienempi. Kuitenkin ympäristövaatimusten kiristymisen johdosta (pohjavesialueilla valuma-allas on siis pakollinen) valuma-altaiden valmistus on lisääntynyt viime aikoina. Voidaan sanoa, että alle puolet säiliöistä (noin 40–45 prosenttia), joita tuotannossa työstetään, varustetaan valuma-altaalla. Tämä tarkoittaa sitä, että valuma-altaiden virtaus tuotannossa on merkittävää, mutta kuitenkin selvästi vähäisempää kuin säiliöiden. Valuma-altaan valmistus jakautuu kahteen osaan. Ensin tarvittavat osat leikataan ja särmätään ja laitetaan lavalle odottamaan hitsaajan vapautumista. Osittain tämän odotusajan vuoksi altaiden valmistaminen vie myös merkittävästi aikaa.

Yrityksen tuotannossa esiintyviä varastoja ovat erityisesti puskurivarastot ja kausivaihtelujen hallintavarastot mahdollisimman hyvän toimituskyvyn säilyttämiseksi. Lisäksi tuotantoprosessissa käytetään useita välivarastoja, koska tuotannossa tähdätään pääosin pitkien sarjojen valmistamistapaan.

4.3 Työtilakysely

Työntekijöille järjestettiin työtilakysely haastattelemalla jokaista työntekijää henkilökohtaisesti. Jokaiselta työntekijältä kysyttiin yksitellen viisi kysymystä. Näiden

kysymyksien laatimisessa korostettiin vahvasti 5S:n kannalta tärkeitä asioita. Kyselyssä käytetty lomake löytyy liitteistä.

Kysymykset oli tehty siten, että saataisiin mahdollisimman hyvin selville, onko työnteolla tehokkuuden edellytykset. Kyselyn tulos oli hyödyllinen, sillä se avasi uusia näkökulmia tähän työhön ja saatiin työntekijöiden oma mielipide työntekolosuhteista kartoitettua. Kyselyn vastauksia hyödynnettiin suunnittelussa.

4.4 Tuotannon virtauttaminen

Tuotannon tehokkuuteen vaikuttaa merkittävästi sen virtaus. Tämän vuoksi oli mielekästä tutkia, miten virtausta voitaisiin parantaa. Ideana oli, että säiliöiden valmistuksessa ollut edestakainen liike saataisiin pois, jos mahdollista, ja muutenkin tehostaa toimintaa.

Tutkimusten pohjalta todettiin muun muassa, että vanhojen säiliöiden hitsauspiste tulisi siirtää hallin etupäädyltä hiekkapuhalluskompressorin tilalle vanhojen säiliöiden avauspisteen viereen. Tällöin tuotteen etenemissuunta olisi looginen eikä tekisi ylimääräisiä mutkia. Kyseisen suunnitelman mukaan vanhojen säiliöiden hitsauspisteen kohdalle voitaisiin sijoittaa esimerkiksi säiliöiden varustelupiste, jolloin tätä työvaihetta ei tarvitsisi suorittaa aina maalaamossa. Tämän lisäksi todettiin, että uusien säiliöiden hitsauslinjastoa tulisi muokata johtuen ongelmista, joita nykyisessä linjastossa sijaitsevien hitsauspisteiden fyysinen sijainti aiheuttaa.

Alun perin ideoinnin kohteena ollut lisäsiipi todettiin melko pian investointina liian suureksi, joten sen toteuttamista ei tässä vaiheessa nähty kovin ajankohtaisena. Siitä huolimatta sen tarpeen määrittely teorian tasolla sekä mallintaminen koneenpiirustusohjelmalla oli tarpeellista, sillä laajentaminen tulee todennäköisesti olemaan yrityksen tulevaisuuden suunnitelmissa.

4.5 Layoutmuutoksien ja tuotannon tehostamisen suunnittelu ja toteutus

Yrityksen nykytilatutkimuksen pohjalta tehtiin ehdotus, että layoutin kehittäminen ja optimointi toteutettaisiin käytännössä 5S-laatusyökalun pohjalta. Yrityksessä tätä

toimintamallia ei ole otettu käytäntöön ja usein työskentelyssä käykin ilmi puutteita ja hidasteita, jotka voitaisiin estää 5S-menetelmien avulla.

Alla kerrotut pohdinnat, suunnitelmat ja käytännön toimenpiteet suoritettiin pääasiassa yhteistyössä yrityksen työntekijöiden ja johtohenkilöstön kanssa.

4.5.1 Hallin takaosan (länsipuoli) uudelleenjärjestely

Tarkemman analysoinnin avulla päästiin parempaan käsitykseen siitä, mitä tuotantotiloissa oikeastaan tulisi tehdä optimoinnin kannalta. Päädyttiin siihen, että tämä puhdistamis- ja järjestämisoperaatio aloitetaan hallin takaosan siistimisellä. Tässä siivessä sijaitsi muutama vanha käyttämätön työkone, jotka olivat ainoastaan lattiapinta-alan kuluttajia. Tämä oli erityisen huono tilanne yrityksessä, jossa tila on muutenkin rajoitettu. Tehtyjen mittausten perusteella näiden vanhojen koneiden poistamisella oli suuri tilankäyttölinen hyöty. Poistamalla koneet ja tekemällä pieniä siirtotöitä vieressä olevan varaosahyllykön ja jäljellä olevien koneiden suhteen oli mahdollista saada siirrettyä alun perin varaosahyllykön edessä ollut teräslevyn särmäyskone poistettujen koneiden aiemmin varaamaan tilaan. Tilanne hallin takaosasta ennen siivousta näkyy kuvissa 1, 2 ja 3.



Kuva 1. Hallin takaosa ennen uudelleenjärjestelyä, kuva 1.



Kuva 2. Hallin takaosa ennen uudelleenjärjestelyä, kuva 2.



Kuva 3. Hallin takaosa ennen uudelleenjärjestelyä, kuva 3.

Hallin perällä sijainneen hyvin painavan epäkeskoprässin siirto aiheutti paljon etukäteissuunnittelua. Tuon massan vuoksi olikin hyvin epävarmaa, riittäisikö yrityksen omassa käytössä olevassa trukissa nostokyky. Pelättiin myös, että koneen nostaminen saattaa rikkoa trukin, mikä puolestaan vaikeuttaisi tuotannon toimintaa rajusti. Tämä johtuu siitä, että kyseessä on ainut trukki, joka kykenee nostamaan isommat teräslevyniput ja muut raskaammat esineet.

Tästä syystä suunnitelmissa oli jo lainata Reikälevy Oy:n trukkia, jonka nostokyvyn tiedettiin olevan huomattavasti parempi. Trukin mittaukset kuitenkin osoittivat, että kone ei mahdu halliin korkeutensa vuoksi. Lopulta päädyimme yrittämään siirtoa yrityksen omalla trukilla epävarmuustekijöistä ja rikkoontumisriskeistä huolimatta. Siirto vaati huolellista suunnittelua ja tarkkuutta, mutta kaikesta huolimatta saimme siirrettyä koneen ulos hallista onnistuneesti (kuva 4).



Kuva 4. Epäkeskoprässin vapauttama tila.

Tämän jälkeen tyhjäty nurkka siivottiin ylimääräisestä tavarasta sekä hiekasta ja muusta liasta. Taaimmaisessa nurkassa sijaitseva lattaraudan taivutusprässi (näky kuvassa 4) laitettiin nurkkaan hieman vinottain ja sen moottoria käännettiin 90 astetta, jotta saimme vapautettua riittävästi tilaa vanhalle särmäyskoneelle. Tämän jälkeen särmäyskone siirrettiin mainittuun väliin (kuva 5). Näiden operaatioiden ansiosta takaseinän varaosahyllykön edusta saatiin tyhjäksi ja näin ollen hyllyk-
köön pääsee nyt paljon helpommin käsiksi. Vasemman päädyn eteen tosin sijoitettiin väliaikaisesti vanha mankeli, mutta se on suhteellisen pieni kone, joten se ei tuota yhtä suuria ongelmia kuin särmäyskone (kuva 6). Jatkossa sen sijoituspaikka tulee suurella todennäköisyydellä olemaan vastakkaisessa päässä hallia, jossa se on lähempänä vanhojen säiliöiden hitsauspistettä. Siellä sitä suurimmilta osin tarvitaan.



Kuva 5. Vanha särmäyskone siirrettynä epäkeskoprässin paikalle.



Kuva 6. Mankelin väliaikaissijoitus.



Kuva 7. Hallin pääty kokonaisuudessaan muutosten jälkeen.

Kuten yllä olevasta kuvasta (kuva 7) näkee, hallin takaosassa on nyt huomattavasti vähemmän työntekoa häiritsevää tavaraa ja sen tilankäyttö on näin ollen tehokkaampaa kuin aikaisemmin.

4.5.2 Varaston ja maalaamon työkaluhyllykön siivous

Tuotantotiloihin kuuluu myös varasto, joka sijaitsee sosiaalityötilojen vieressä. Tässä varastossa säilytetään pääasiassa varaosia, joita käytetään tuotannossa muun muassa säiliöiden varustelun yhteydessä. Nämä varastohyllyt olivat puutteellisen järjestelmällisyyden ja huolellisuuden vuoksi ajautuneet epäsiistiin tilaan (kuva 8, 9). Tästä syystä hyllyt siivottiin ja järjesteltiin uudelleen. Muun muassa hyllylle, jossa säilytetään kuusioruuveja ja muttereita, tehtiin merkittävä uudelleenjärjestely. Käytännössä jokainen laatikko käytiin läpi ja kuusioruuvit eli pultit järjesteltiin koon mukaan järjestykseen hyllyyn omiin laatikoihinsa ja laatikoihin tehtiin merkinnät niiden sisällöstä, lukuun ottamatta niitä laatikoita, joissa merkinnät olivat jo valmiina (kuva 10). Mutterit ja aluslevyt on sitten sijoitettu näiden perään. Samalla puhdistettiin kyseiset hyllytasot kertyneestä liasta. Siivouksen lopputulos näkyy kuvasta 11.



Kuva 8. Varastohylly ennen siivousta.



Kuva 9. Havainnollistuskuva tuotteiden epäjärjestelmällisyydestä.



Kuva 10. Laatikkojen merkinnät.



Kuva 11. Varastohylly siivouksen jälkeen.

Kuten kuvista näkee, tavarat olivat laatikoissa huonossa järjestyksessä. Nyt tuotteet on järjestetty siten, että jokainen laatikko sisältää vain sen päädyssä mainittuja tuotteita.

Maalaamon vieressä sijaitsee hyllykkö, joka sisältää monenlaisia maalauksessa – ja muissakin töissä tarvittavia työkaluja. Tämä hyllykkö on päässyt menemään epäsiistiin kuntoon (kuva 12, 13). Hyllykössä eniten tarvittavia työkaluja järjesteltiin parempaan järjestykseen, naulakkoon tehtiin uusia merkintöjä ja turhimpia tavaroita poistettiin (kuva 14, 15).



Kuva 12. Työkaluhyllykkö ennen siivousta kuva 1.



Kuva 13. Työkaluhyllykkö ennen siivousta kuva 2.



Kuva 14. Työkaluhyllykkö siivouksen jälkeen kuva 1.



Kuva 15. Työkaluhyllykkö siivouksen jälkeen kuva 2.

Muiden työpisteiden työkaluhyllyjä ei tässä yhteydessä ollut tarpeen siistiä, koska työntekijät ovat pitäneet työpisteidensä työkalut järjestyksessä. Maalaamon työkaluhyllykkö on poikkeus, koska sieltä useammin lainataan työkaluja niiden runsaamman määrän vuoksi. Tämä onkin osasy syy työkalujen huonolle järjestykselle.

4.5.3 Layoutin muutossuunnitelmat vuodelle 2015

Henkilöstölle tehdyn työtilakyselyn kautta kävi muun muassa ilmi, että se uusien säiliöiden hitsauspaikka, joka sijaitsee toisen nosto-oven vieressä, on sijoittelultaan huonossa paikassa. Huonon paikasta tekee se, että nosto-ovea käytetään varsin tiuhaan työpäivän aikana ja aina, kun ovi avataan, muodostuu halliin ilmavirta. Tämä ilmavirta häiritsee hitsausta merkittävästi, koska tällöin hitsauksessa tarvittava suojakaasu katoaa ilmavirran mukana ja hitsattavasta saumasta tulee huonolaatuista. Lisäksi ajoittain työpisteellä ongelmana on hiekkapöly, eikä ole myöskään turvallista, että oven vieressä on työpiste, koska oven kautta kuljetetaan kuitenkin paljon säiliöitä edestakaisin.

Tästä syystä uuden layoutin suunnitelmiin tehtiin lisää muutoksia, kuten edellä jo mainittiin. Nämä muutokset kohdistuvat nosto-ovien väliselle alueelle eli juuri sille seinälle, jossa uusien säiliöiden hitsauslinjasto sijaitsee. Uusien säiliöiden hitsauspisteet ja pyörittäjähitsauspiste tultaisiin siis uudelleenjärjestelemään ja se tapahtuisi todennäköisesti käytännössä siten, että pyörittäjä sijoitettaisiin kahden muun hitsauspisteen väliin, jotta virtaus molemmille pisteille olisi esteetöntä. Virtaus voi nykyisellään estyä siten, että keskimmaisella hitsauspisteellä on työn alla suurikokoinen säiliö, joka tukkii samalla kulkureitin. Kaikkia näitä kolmea pistettä siirrettäisiin mahdollisuuksien mukaan myös lähemmäksi särmäyskonetta. Hitsauspisteiden välissä sijaitseva varaosahylly siirrettäisiin kaikkien näiden työpisteiden vasemmalle puolelle oven viereen. Tällöin kenenkään ei tarvitsisi työskennellä nosto-oven välittömässä läheisyydessä ja näin säästyttäisiin yllä mainituilta haitoilta terveyden, turvallisuuden ja työn sujuvuuden kannalta.

Tämä muutos yhdessä vanhojen säiliöiden hitsauspaikan siirron kanssa muodostavat jo itsessään melko merkittävän muutoksen tuotantohallin layoutiin. Tuotannon virtaus saadaan näin aiempaa selkeästi paremmaksi, etenkin vanhojen säiliöiden kunnostuksen suhteen. Uusien säiliöiden hitsauslinjaston muutos saa uusien säiliöiden virtauksen näyttämään ehkä entistä monimutkaisemmalta, mutta todellisuudessa jokainen säiliö ei käy läpi jokaista mahdollista pistettä. Tehokkaimmillaan säiliö virtaa säiliöiden yhteenliittämispisteeltä suoraan pyörittäjähitsauspisteelle ja sieltä taas jommallekummalle viereiselle hitsauspisteelle ja sen jälkeen

heti maalaamoon. Tällöin puhutaan tilanteesta, jolloin tuotannossa ei ole jonoa eikä tällöin ole tarvetta käyttää välivarastoja.

4.6 Uuden layoutin piirustukset

Tuotannon layoutin nykytilapiirroksen pohjalta oli hyvä lähteä suunnittelemaan uusia layoutmallinnuksia. Laajemman perspektiivin saamiseksi päädyttiin mallintamaan useampi eri layoutversio, joita voitaisiin sitten tutkia ja analysoida. Uudet mallinnukset on osittain tehty siten, että niiden voidaan ajatella seuraavan toinen toistaan.

Ensimmäinen uudistettu versio sisältää lähinnä ne suunnitelmat ja ratkaisut, mitä ollaan todennäköisesti toteuttamassa tämän vuoden aikana. Nämä muutokset on kerrottu yllä olevassa ”layoutin muutossuunnitelmat vuodelle 2015”-luvussa. Mallinnus sisältää myös ”hallin takaosan uudelleenjärjestely”-luvussa kerrotut toteutetut muutokset.

Toisessa versiossa on mallinnettu halliin uutta lisäsiipeä. Tämä lisäsiipi sijoittuisi hallin takaosaan niin sanotuksi levennykseksi. Layout on suunniteltu siltä pohjalta, että säiliöiden ja altaiden raaka-aine tuodaan takahallista ja tämä lisäsiipi sisältäisi oven, joka olisi suoraan takahallin suuntaan. Näin ollen materiaalin kuljetusmatkat lyhenisivät merkittävästi. Mankeli siirrettäisiin lisäksi lisäsiiven puolelle, jolloin nykyisen hallin puolelle vapautuisi lisää tilaa. Tämä olisi erityisesti hyvä levyleikkurilla tehtävien töiden näkökulmasta. Alkuperäisessä tilanteessahan on se haitta, että kun uusia säiliöitä mankeloidaan, teräslevyjen kuljettamiseen tarkoitettu peräkärry tukkii paljon tilaa ja ulottuu levyleikkurin edustalle asti. Tällöin muun muassa valuma-altaiden osien valmistus on paljon vaikeampaa ja joissakin tapauksissa jopa mahdotonta.

Kolmannen version suunnitelmassa toista versiota lähdettiin jatkokehittämään virtausten suoraviivaistamiseksi. Käytännössä hallin layoutia muutettaisiin siten, että uusien säiliöiden valmistamisen tuotantovirta kulkisi hallin alaosassa ja kunnostettavien säiliöiden virtaus hallin yläosassa. Lisäksi mallinnuksessa on suunniteltu vähän mahdollisia muutoksia konekantaan, esimerkkinä levyleikkurin ja särmäys-

koneen yhdistäminen. Tämän version käyttöönottoa ei kuitenkaan ole realistista suunnitella tapahtuvaksi lähiaikoina, koska se vaatii kuitenkin paljon ylimääräisiä valmisteluja muun muassa kaasunpoiston ja pistorasioiden sijoittelun suhteen.

Näiden mallinnuksien kuvat on esitetty liitteessä 2.

4.7 Nykytila-analyysi

Tehtyjen tutkimusten, suunnitelmien ja operaatioiden pohjalta on mahdollista analysoida, miten muutokset parantavat ja ovat parantaneet suorituskykyarvoja.

Varsinkin läpimenoaika on keskeinen suorituskykymittari, koska muutossuunnitelman vaikutus siihen on melko ilmeinen. Tarkastellaan läpimenoaikaa vaiheittain, eli työpisteittäin niiltä osin, mihin tehty suunnitelmat vaikuttavat. Vaippateräslevyn mankelointityöpiste on ensimmäinen tarkastelun kohde. Kyseiseen työpisteeseen itsessään ei ole tehty eikä tulla tekemään kummempia muutoksia, mutta se sijaitsee siinä päädyssä, jota tämän opinnäytetyön aikana jo ehdittiin siivota ylimääräisistä työkoneista ja jonka järjestystä muutenkin hieman paranneltiin. Siinä sivussa muutos vapautti lisää tilaa mankelointipisteelle. Teräslevyn mankelointi vaatii kuljetuskärryineen nimittäin melko suuren tilan, joten on perusteltua pitää tila mahdollisimman puhtaana ja avarana. Tukkoinen työtila hidastaa työntekoa selvästi ja toisin sanoen pidentää läpimenoaikaa.

Uusien säiliöiden hitsauslinjaston aiheuttamat ongelmat ovat aiheuttaneet katkoksia virtaukseen ja tätä kautta kasvattaneet läpimenoaikaa. Työpisteiden uudelleenjärjestely tullee vaikuttamaan läpimenoaikaan positiivisesti.

Vanhojen säiliöiden hitsauspisteelle tehtävä siirto edistää myös läpimenoajan lyhentämistä. Lisäksi monia muita ongelmia voidaan kitkeä pois. Esimerkiksi kuljetettaessa säiliötä pohjapisteen irrotuspisteeltä vanhojen säiliöiden hitsauspisteelle joudutaan myös kulkemaan paljon edestakaisin kulkureiteillä trukin kanssa, mikä aiheuttaa omat haasteensa. Siirron taustalla on myös työturvallisuus, sillä nykyisellä paikallaan hitsauspiste on ihan taukotiloihin ja varastoon vievän kulkureitin vieressä ja sinkoilevat hitsaus- tai kulmahiomakonekipinät saattavat aiheuttaa vaa-

ratilanteita. Lisäksi varastoon tuodaan ajoittain tavaraa trukilla, jolloin työskentelytila saattaa loppua kesken ja työt keskeytyvät.

Kun tämä hitsauspiste siirretään, mahdollistuu samalla säiliöiden varustelupisteeseen käyttöönotto siirrossa vapautuneessa tilassa. Tälläkin muutoksella voidaan katsoa olevan läpimenoaikaa parantava vaikutus, kun varusteltavia säiliöitä ei tuoda enää sinne, mihin sattuu sopimaan, vaan juuri kyseistä työtä varten tarkoitettuun paikkaan. Tähänkin työpisteeseen tulisi järjestää omat tarvittavat työkalut, jotta vältettäisiin usein nähdyt tilanteet, jossa työkaluja lainataan toisilta työpisteiltä, mutta ei käytön jälkeen palauteta takaisin.

Toinen tärkeä suorituskyvyn mittari on asiakastyytyväisyys. Layoutiin tehtävien muutosten yksi peruste on se, että aiemmin hitsauksessa ja hiomakonetta käytettäessä muodostuvat kipinäsuihkut ovat olleet ongelma. Näin on siksi, että jo maalattuja säiliöitä varustellaan usein sisällä hallissa ja tämä tapahtuu usein lähellä vanhojen säiliöiden hitsauspaikkaa. Tällöin säiliö on altis kipinöille ja kipinöiden lentäessä säiliön päälle maalipinta kärsii ja tämä voi johtaa asiakasreklamaatioon. Uudessa layoutissa säiliöiden varusteluun on merkitty oma pisteensä ja se voidaan suojata myös jonkinlaisilla verhoilla, jolloin tätä ongelmaa ei esiinny. Pitkälti edellä mainittujen syiden johdosta myös työn laatu tulee paranemaan.

Yrityksen toimintaa ja sen kehitystä parhaiten kuvaavista suorituskymittareista luotiin taulukkomuotoinen analyysi. Sen luomisvaiheessa todettiin, että on yrityksen kannalta hyödyllisintä toteuttaa yksinkertaistettu suorituskymittariston kuvaus tarkemman FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) -vikakriittisyysarvioinnin sijasta. Se kuitenkin mukailee FMEA:n periaatteita. Suorituskymittariston analyysissä on lisäksi hyödynnetty osittain yrityksessä juuri valmisteilla olevaa laatukäsikirjaa.

Taulukoissa esiintyvät arvot on luotu siten, että mitä suurempi lukujen kokonaisarvo on, sitä suurempi on kyseessä olevan mittarin tai toiminnon kriittisyys. Toisin sanoen arvo 1 tarkoittaa sitä, että toiminnon saavuttaminen on joko hyvin vähän tärkeää, helppoa tai toiminnossa ei esiinny juuri lainkaan ongelmia tai kriittisyyskijöitä. Arvo 4 taas tarkoittaa päinvastaista tilannetta, jolloin toiminnon saavuttaminen on erittäin tärkeää, vaikeaa tai ongelmia ilmenee hyvin suurella todennäköi-

syydellä. Mikäli toiminnon kokonaisarvo on kovin suuri, sitä on vaikea toteuttaa halutusti.

Taulukko 1. Suorituskykymittaristo ennen muutoksia.

	Kriittisyyskijät			
Toiminto/mittari	Tärkeys	Helppous	Esiintymistodennäköisyys	Yhteensä
Painotus	35 %	35 %	30 %	
Läpimenoaika	3	4	3	3,35
Asiakastyytyväisyys ja laatu	4	3	4	3,65
Toimitusvarmuus	4	2	3	3
Koneiden käyttöaste	3	3	2	2,7

Taulukko 2. Suorituskykymittaristo muutosten jälkeen (vuoden 2015 lopussa).

	Kriittisyyskijät			
Toiminto/mittari	Tärkeys	Helppous	Esiintymistodennäköisyys	Yhteensä
Painotus	35 %	35 %	30 %	
Läpimenoaika	3	2	2	2,35
Asiakastyytyväisyys ja laatu	4	2	2	2,7
Toimitusvarmuus	4	1	2	2,35
Koneiden käyttöaste	3	2	2	2,35

Yrityksen suorituskykymittariston muutos esimerkiksi läpimenoajan suhteen on merkittävästi positiivinen. Ennen tehtyjä muutoksia kriittisyysluku läpimenoajan osalta oli 3,35 ja ensimmäisen vaiheen muutosten jälkeen selkeästi pienempi 2,35. Ainoastaan koneiden käyttöasteessa ei ole havaittu kriittisyysarvioinnin kokonaisuudessa suurempia muutoksia. Tämän suorituskykymittariston avulla yrityksessä voidaan jatkossakin arvioida toteutettujen toimenpiteiden vaikutuksia.

5 TULOKSET, POHDINTA JA YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Kauhavan Ylihärmässä sijaitsevalle Farmtools Oy:lle, joka on polttoöljysäiliöitä valmistava perheyrittys. Työ oli ajankohtainen, sillä työskentelytilojen tilankäytön heikohkon optimoinnin vuoksi työnteko on ollut ajoittain entistä hitaampaa ja mutkikkaampaa. Työtilojen siisteydessä ja tavaroiden järjestyksessäkin oli parannettavaa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena olikin siis suunnitella ja mahdollisuuksien mukaan toteuttaa tuotannon layoutin optimointia.

Työ oli mielenkiintoinen, samalla kuitenkin myös haasteellinen. Itselleni se oli mielekäs, koska sain tehdä työtä tutulle yritykselle tutun henkilöstön kanssa. Tämä osaltaan helpotti työtä jonkin verran. Lisäksi aiemmin ollessani töissä kyseisessä yrityksessä olin laittanut merkille joitain kehityskohteita ja tämän työn avulla oli mahdollista päästä vaikuttamaan niihin.

Oli mielekästä nähdä, että työstä aiheutui konkreettisia hyötyjä yrityksen toiminnalle. Tämä pätee erityisesti tuotannon layoutin uusien mallinnusten ensimmäisen version esittämiin muutoksiin. Useampi tuotantotehokkuuden näkökulmasta haitallinen tekijä saatiin kitkettyä pois tai tullaan saamaan, kun muutokset toteutetaan kokonaisuudessaan. Ensimmäinen tärkeä asia on se, että vanhojen säiliöiden kunnostustyön virtaus saadaan selkeästi järkevämmäksi ja ylimääräisen liikkumisen aiheuttama hukka vähäisemmäksi. Toinen tärkeä seikka on uusien säiliöiden hitsauslinjaston uudelleenjärjestelyllä saavutettavat edut. Jatkossa säiliöiden hitsaajien ei tarvitse kärsiä ongelmista, jotka vähän väliä avattava nosto-ovi aiheuttaa välittömässä ympäristössään. Lisäksi, kun pyörittäjä sijaitsee hitsauspisteiden välissä, säiliöiden siirtely on vaivattomampaa, kuten edellä on kerrottu. Nämä asiat yhdessä tehostavat työntekoa, kun läpimenoaika lyhenee. Kun tarkastellaan tuotannon kokonaisuutta, läpimenoaika lyhenee, koska odotusajat lyhenevät, työpisteiden välimatkat pienenevät, virtaus on suoraviivaisempaa ja työtilat ovat optimoinnin jäljiltä väljemmät. Voidaan siis sanoa, että tämän optimoinnin jälkeen tuotannon tehokkuus saadaan hyvin lähelle maksimiaan nykyisissä tiloissa, lisätehokkuutta voidaan sitten jatkossa hakea muun muassa suunnitellun lisäsiiven kautta.

Työ sujui oman näkemykseni sekä yrityksen omistajilta saamani palautteen mukaan varsin hyvin, sillä kaikki merkittävimmät työlle asetetut tavoitteet saavutettiin. Alkuperäisessä aikataulussa ei ihan täydellisesti pysytty, mutta siitä ei loppujen lopuksi koitunut haittaa. Kaikkia ”layoutin muutossuunnitelmat vuodelle 2015”-kohdassa tehtyjä suunnitelmia ei vielä tämän opinnäytetyön aikana ehditty käytännössä toteuttaa, mikä on tietysti sinänsä hieman harmillista, mutta toisaalta muutokset on aikataulutettu toteutettavaksi kuitenkin tämän vuoden aikana. Näin ollen voidaan sanoa, että työ on myös siten onnistunut.

Jatkokehitysideoita on osittain käsitelty uudessa layoutversiossa numero 3, mutta siihen ei mallinnettu muun muassa mahdollisesti hankittavaa plasmaleikkuria. Plasmaleikkurin hankintaa on mietitty nyt vastikään teräslevyhukan suurehkon määrän vuoksi. Sen avulla hukka saataisiin selvästi pienemmäksi, mutta koneen hankintakustannukset ovat korkeat, joten sitä on vaikea saada kannattavaksi. Tämän vuoksi koneen hankinta on ainakin toistaiseksi avoimena, joten ei ollut mielekästä lähteä mallintamaan sitä piirustukseen ja näin ollen ”sitoa” hallista koneen vaatimaa tilaa.

Lisäsiipeen on nyt mallinnuksessa sijoitettu mankelointityöpiste, mutta sille tilalle olisi useita muitakin vaihtoehtoja. Muun muassa vanhojen säiliöiden kunnostus voitaisiin siirtää sinne, mikäli tila on tarpeeksi suuri. Myös joitakin vähemmän aktiivisessa käytössä olevia työkoneita ja välivarastoja voitaisiin sijoittaa sinne. Nyt yrityksen on jatkossa helpompi suunnitella ja analysoida eri vaihtoehdot, kun tuotannon layoutsuunnitelma on tehty ja toteutus on saatu hyvälle alulle.

LÄHTEET

5S työkalu. Ei päiväystä. [Kuva. Viitattu 27.4.2015]. Saatavana:
<http://www.satistar.com/images/5S.jpg>

Bosch DLE 50. Ei päiväystä. [Kuva. Viitattu 25.3.2015]. Saatavana:
[http://www.materiel-professionnel-occasi-
on.com/uploads//products/T%C3%A9%C3%A9m%C3%A8tre%20Bosch%20D
LE%2050.jpg](http://www.materiel-professionnel-occasion.com/uploads//products/T%C3%A9%C3%A9m%C3%A8tre%20Bosch%20DLE%2050.jpg)

Funktionaalinen tuotantotapa. 14.2.2013. [Kuva. Viitattu 8.5.2015]. Saatavana:
http://images.slideplayer.fi/7/1994852/slides/slide_30.jpg

Haverila, M. & Uusi-Rauva, E. & Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6.p. Tampere: Infacs Oy.

Kouri, I. 23.3.2010. Lean Management: Miten vähemmän voi olla enemmän? [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 16.2.2015]. Saatavana:
http://projektit.tredea.fi/@Bin/42650/Lean_Kouri.pdf

Lapinleimu, I. & Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. Helsinki: WSOY.

Lean-toimintamallin työkalut. Ei päiväystä. [Kuva. Viitattu 5.5.2015]. Saatavana:
<http://leanmanufacturingtools.org/wp-content/uploads/2011/06/Lean-Tools.gif>

Liker, J. K. 2011. Toyotan tapaan. Suomentaja: Marko Niemi. 2.p. Helsinki: Read-me.fi.

Merikallio, L. & Haapasalo, H. Leantuotanto-järjestelmä: Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusallalla. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 20.3.2015]. Saatavana:
[http://www.lci.fi/sites/default/files/Merikallio%20%26%20Haapasalo%20\(2009\)
%20Projektituotantoj%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20strategiset%20kehitt%C3
%A4miskohteet%20kiinteist%C3%B6-%20ja%20rakennusallalla.pdf](http://www.lci.fi/sites/default/files/Merikallio%20%26%20Haapasalo%20(2009)%20Projektituotantoj%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20strategiset%20kehitt%C3%A4miskohteet%20kiinteist%C3%B6-%20ja%20rakennusallalla.pdf)

Metalliteollisuuden keskusliitto. 2001. 5S. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Modig N. & Ählström, P. 2013. Tätä on lean: Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Suomentaja: Maarit Tillman. Tukholma: Rheologica Publishing.

Scotchmer, A. 2008. 5S Kaizen in 90 minutes. Cirencester: Management Books 2000 Ltd.

Tuominen, K. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä, Mitä Toyota ja lean-yritykset tekevät eri tavalla kuin muut. Helsinki: Readme.fi.

Tuominen, K. 2010. Lean käytännössä: Lean – kohti täydellisyyttä, case 1-3. Helsinki: Readme.fi.

Virtautettu, solupohjainen tuotantotapa. 14.2.2013. [Kuva. Viitattu 8.5.2015]. Saatavana: http://images.slideplayer.fi/7/1994852/slides/slide_31.jpg

Vuorinen, T. 2013. Strategiakirja: 20 työkalua. Helsinki: Talentum.

LIITTEET

Liite 1. Työtilakysely

Liite 2. Tuotannon layoutin mallinnukset

LIITE 1 Työtilakysely

Työtilakysely

Työntekijä:

Työskentelypiste:

Kun teet tavallisesti töitä, aiheutuuko siinä keskeytyksiä? Mistä nämä keskeytykset johtuvat?

[illegible]

Ovatko työkalut, joita tarvitset työsi tekemiseen, helposti löydettävissä vai joutuuko niitä etsimään? Mikäli joutuu: Onko se miten yleistä?

[illegible]

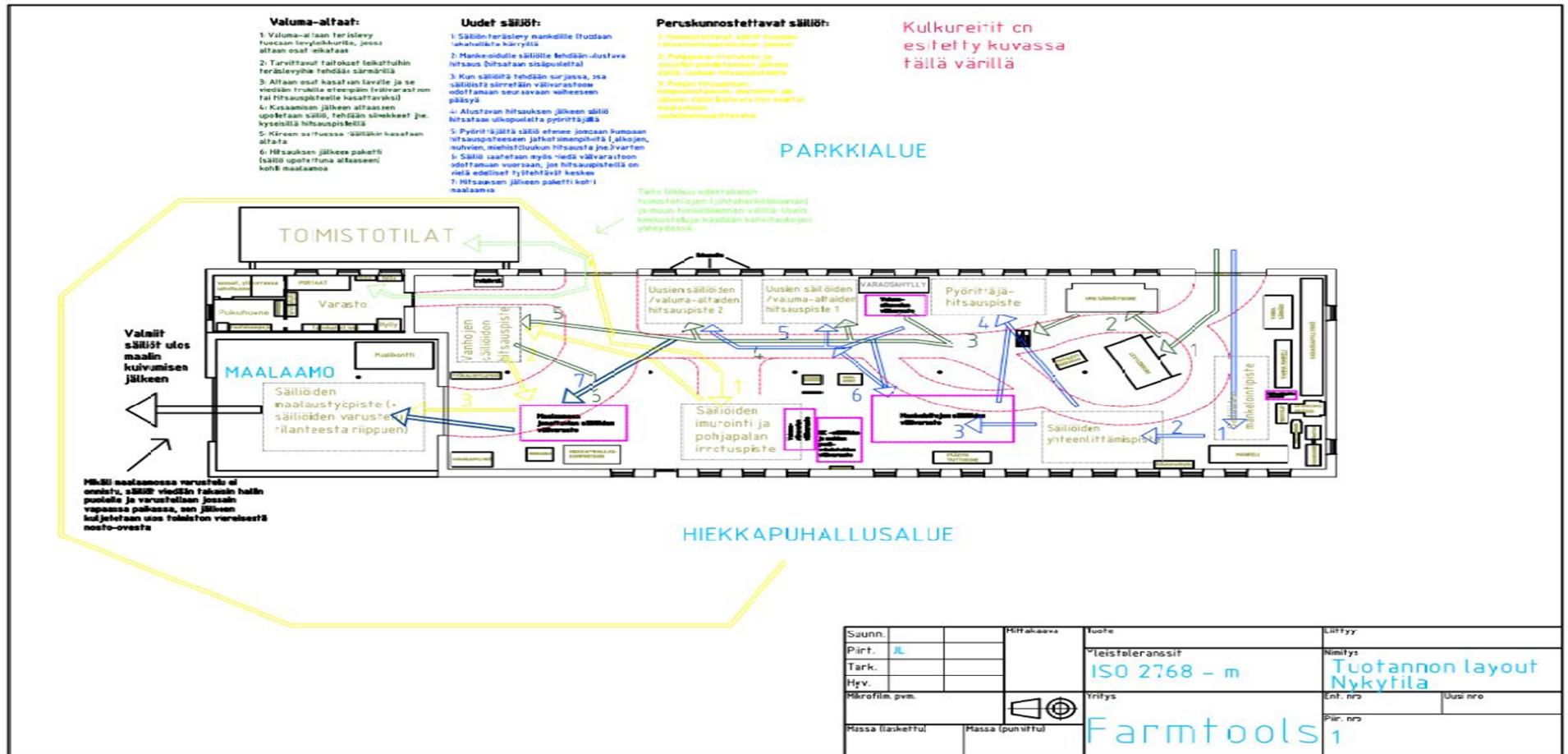
Onko työpisteelläsi oman työsi kannalta ylimääräistä tavaraa? Jos on: Miksi näin on?

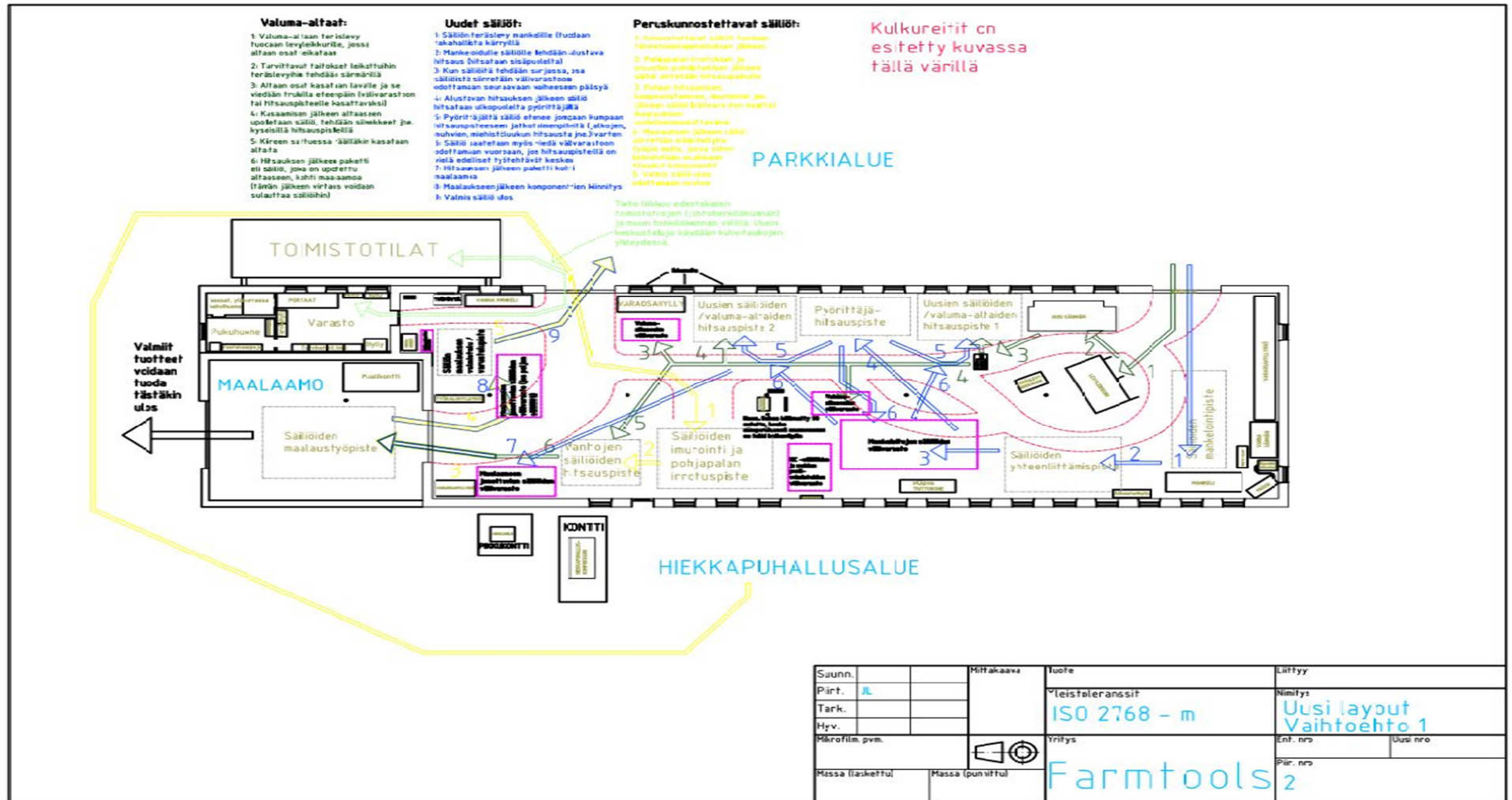
[illegible]

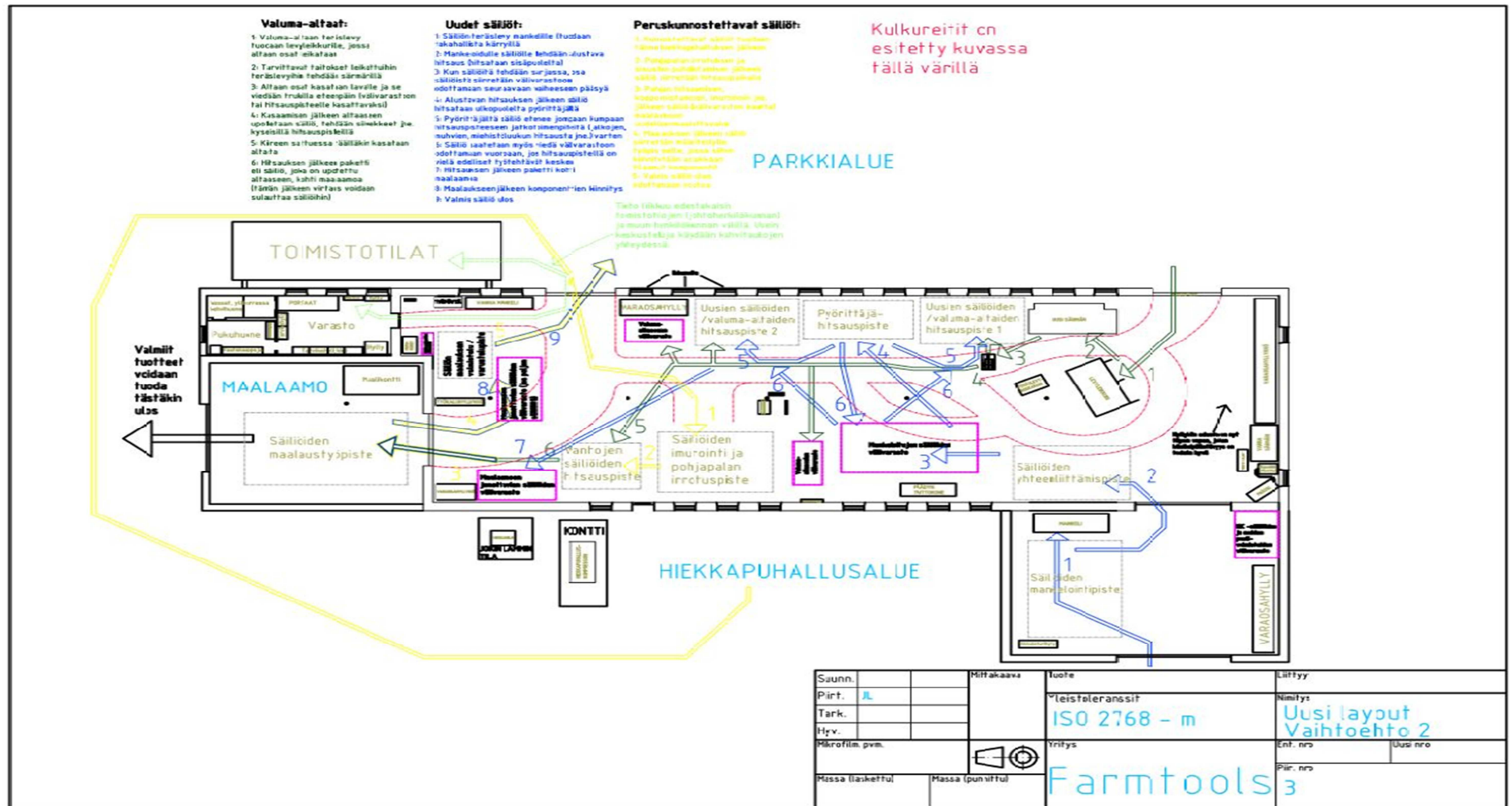
Työhön tarvittavat materiaalit: Ovatko ne sijoitettu tarpeeksi lähelle työpistettä?

Näkemyksiä siitä, miten työnteko-olosuhteitasi voisi kehittää?

LIITE 2 Tuotannon layoutin mallinnukset







Uusi tuotannon layoutmallinnus versio 2

